



giec

GRUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR l'évolution du climat

CHANGEMENTS CLIMATIQUES 2014

Incidences, adaptation et vulnérabilité

Résumés, foire aux questions
et encarts thématiques

GT II

CONTRIBUTION DU GROUPE DE TRAVAIL II
AU CINQUIÈME RAPPORT D'ÉVALUATION
DU GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL
SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT



Changements climatiques 2014

Incidences, adaptation et vulnérabilité

Résumés, foire aux questions et encarts thématiques

Contribution du Groupe de travail II
au cinquième Rapport d'évaluation du
Groupe d'experts intergouvernemental
sur l'évolution du climat

Publié sous la direction de

Christopher B. Field

Coprésident du Groupe de travail II
Département d'écologie mondiale
Institut Carnegie pour la science

Vicente R. Barros

Coprésident du Groupe de travail II
Centre de recherche sur la mer et l'atmosphère (CIMA)
Université de Buenos Aires

David Jon Dokken
Directeur exécutif

Katharine J. Mach
Codirectrice scientifique

Michael D. Mastrandrea
Codirecteur scientifique

T. Eren Bilir Monalisa Chatterjee Kristie L. Ebi Yuka Otsuki Estrada Robert C. Genova Betelhem Girma
Eric S. Kissel Andrew N. Levy Sandy MacCracken Patricia R. Mastrandrea Leslie L. White

Service d'appui technique du Groupe de travail II

Nirivololona Raholijao
Responsable scientifique – traduction française

© 2014, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

ISBN 978-92-9169-241-5

Les appellations employées dans le présent rapport et la présentation des données sur les cartes 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 au tracé de leurs frontières ou limites.

Publication à référencer comme suit:

GIEC, 2014: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité* Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Publié sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 201 pages (publié en anglais, en arabe, en chinois, en espagnol, en français et en russe)

Photo de couverture:

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

Table des matières

Partie liminaire

Avant-propos	vii
Préface	ix
Hommage	xiii

RID

Résumé à l'intention des décideurs	1
------------------------------------------	---

RT

Résumé technique	35
------------------------	----

FAQ

Foire aux questions	99
---------------------------	----

ET

Encarts thématiques	105
---------------------------	-----

Annexe

Glossaire	179
-----------------	-----

Avant-propos, préface et hommage

Avant-propos

Élaboré par le Groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), le présent document, *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité*, est le deuxième volume du cinquième Rapport d'évaluation du GIEC – *Changements climatiques 2013-2014*. Il expose les raisons pour lesquelles il importe de s'inquiéter des changements climatiques et comprend deux parties consacrées aux systèmes humains et naturels, l'une dans une perspective planétaire et l'autre régionale, prenant en compte les résultats des rapports des groupes de travail I et III. Il porte sur les incidences qui se sont déjà manifestées comme sur les incidences potentielles, et met l'accent sur le fait que les risques sont largement tributaires de l'ampleur des changements climatiques et des investissements effectués au titre de l'adaptation aux changements climatiques qui ne peuvent être évités. Pour les incidences tant passées qu'à venir, l'évaluation vise avant tout à déterminer les connaissances relatives à la vulnérabilité, ainsi que les caractéristiques et les interactions qui font que certains événements sont dévastateurs, alors que d'autres passent presque inaperçus.

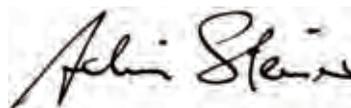
Afin d'enrichir et de nuancer notre compréhension des changements climatiques dans leur contexte réel, le présent rapport d'évaluation est novateur à trois égards. Premièrement, il se caractérise par une nette augmentation des thèmes couverts. En passant des 20 chapitres du quatrième Rapport aux 30 chapitres du cinquième Rapport, le Groupe de travail II marque bien que, pour mieux connaître les changements climatiques et leurs incidences, il faut s'intéresser à davantage de secteurs, dont ceux qui touchent à la sécurité humaine, aux moyens de subsistance et aux océans. Deuxièmement, il fait la part belle à l'évaluation des risques, en prenant en compte tout à la fois les incertitudes et les valeurs en jeu. Un rapport fondé sur les risques définit un cadre permettant d'utiliser les informations relatives à toutes les évolutions possibles, comprenant non seulement les plus probables, mais aussi les phénomènes de faible probabilité qui auraient de lourdes conséquences. Troisièmement, ce rapport s'appuie fermement sur la constatation que les incidences des changements climatiques font en règle générale intervenir un certain nombre de facteurs produisant des effets interdépendants, que les changements climatiques compliquent encore par l'ajout de nouvelles dimensions. Comprendre les incidences des changements climatiques exige donc d'adopter une perspective très large.



M. Jarraud
Secrétaire général
Organisation météorologique mondiale

Le GIEC a été établi par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) en 1988, avec pour mandat de communiquer à la communauté mondiale les informations scientifiques, techniques et socio-économiques les plus à jour et les plus complètes possibles sur le changement climatique. Depuis lors, les évaluations du GIEC concourent activement à motiver les gouvernements à adopter et à mettre en œuvre des stratégies pour réagir aux changements climatiques, telles que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et le Protocole de Kyoto. Par les informations qu'il contient, le cinquième Rapport d'évaluation du GIEC offre aux décideurs de la planète une assise solide pour relever le défi lié au changement climatique.

Le rapport *Conséquences, adaptation et vulnérabilité* a pu voir le jour grâce à l'engagement et au travail bénévole d'un grand nombre d'éminents scientifiques. Aussi aimerions-nous exprimer notre gratitude à tous les auteurs coordonnateurs principaux, aux auteurs principaux, aux auteurs collaborateurs, aux éditeurs-réviseurs et aux examinateurs. Nous tenons également à remercier les membres du Service d'appui technique du Groupe de travail II et du Secrétariat du GIEC pour le dévouement avec lequel ils ont concouru à la publication de cet excellent rapport. Nous exprimons aussi notre gratitude à Rajendra K. Pachauri, le président du GIEC, pour son aide inlassable tout au long de l'élaboration du document, ainsi qu'à MM. Vicente Barros et Chris Field, les coprésidents du Groupe de travail II, pour leur conduite éclairée. Notre gratitude va également aux gouvernements et institutions qui ont contribué au Fonds d'affectation spéciale pour le GIEC et ont apporté leur aide pour que leurs scientifiques puissent participer aux travaux du GIEC. Nous aimerions saluer plus particulièrement l'aide apportée par le Gouvernement des États-Unis d'Amérique, qui a financé le Service d'appui technique, le Gouvernement du Japon, qui a accueilli la session plénière organisée pour l'approbation du rapport, et les gouvernements du Japon, des États-Unis d'Amérique, de l'Argentine et de la Slovénie, qui ont accueilli les sessions de rédaction aux cours desquelles le rapport a été élaboré.



A. Steiner
Directeur exécutif
Programme des Nations Unies pour l'environnement

Préface

La contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) porte sur les incidences des changements climatiques, sur l'adaptation et sur la vulnérabilité. Il se fonde sur les ouvrages et articles scientifiques, techniques et socio-économiques les plus récents pour dresser un tableau complet et actualisé de l'état actuel des connaissances et de leur degré de certitude. Fidèle à sa philosophie, le GIEC a élaboré ce rapport au cours d'un processus d'évaluation visant à faire ressortir tout à la fois les messages les plus généraux et les détails clés, à intégrer les connaissances de diverses disciplines, à évaluer la fiabilité des données qui les sous-tendent, et à déterminer les éléments encore insuffisamment compris. L'évaluation a pour but premier de fournir aux parties prenantes de tous niveaux des informations leur permettant de prendre des décisions éclairées. Elle constitue une source de connaissances unique pour l'aide à la décision, tout en évitant scrupuleusement de privilégier des options politiques particulières.

Portée du rapport

Les thèmes liés à l'incidence des changements climatiques, à l'adaptation et à la vulnérabilité forment un vaste domaine. À mesure que nous approfondissons nos connaissances, nous découvrons que davantage de domaines, activités et biens exposés sont corrélés. Les premières études se sont concentrées sur les incidences directes de la température et des précipitations sur les êtres humains, les cultures, ainsi que la flore et la faune sauvages. De nouvelles observations font ressortir la nécessité de comprendre non seulement ces incidences directes, mais aussi les incidences indirectes potentielles, telles que les effets, à l'échelle mondiale, du commerce, des voyages et des mesures de sécurité. De ce fait, rares sont les facettes des activités humaines et des processus d'écosystèmes naturels qui sont hors de portée des incidences potentielles des variations climatiques. Les interconnexions au sein du système Terre font qu'il est impossible de circonscrire clairement les incidences des changements climatiques, les mesures adaptatives et les vulnérabilités. Le présent rapport ne cherche pas à établir des limites. À l'inverse, il se concentre sur des éléments clés et détermine des points de connexion ou de fusion entre des enjeux climatiques et d'autres enjeux.

L'approche intégrative qu'exige la gestion du changement climatique se manifeste clairement à trois égards dans la contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation. Premièrement, des thèmes plus divers ont été traités, ce qui a donné lieu à l'apparition de nouveaux chapitres. L'accroissement des connaissances, qui se concrétise par une augmentation rapide des ouvrages publiés, permet d'approfondir l'évaluation d'un certain nombre de domaines. Certains d'entre eux touchent à la géographie, ce que reflète l'adjonction de deux chapitres sur les océans. D'autres nouveaux chapitres explorent plus avant les thèmes traités dans des évaluations précédentes, reflétant le caractère toujours plus complexe de la recherche actuelle. L'étude plus approfondie des établissements humains, de la sécurité et des moyens de subsistance se fonde sur de nouvelles recherches portant sur les dimensions humaines du changement climatique. Une augmentation considérable des publications sur l'adaptation explique que plusieurs chapitres soient consacrés à son évaluation.

Deuxièmement, le changement climatique est abordé comme un défi en matière de gestion et de réduction des risques, ainsi qu'en matière de mise à profit des opportunités. Concevoir les risques liés aux conséquences du changement climatique comme procédant de la coïncidence entre les dangers inhérents aux conditions climatiques physiques et la vulnérabilité et l'exposition des personnes, des écosystèmes et des biens présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il est possible d'évaluer les facteurs qui régulent chacune des composantes du risque. Ensuite, se concentrer sur le risque permet parfois de faire apparaître où se situe la solution. Se concentrer sur le risque peut non seulement permettre de faire le lien entre l'expérience acquise et les projections d'avenir, mais contribue aussi à intégrer le rôle des extrêmes. Enfin, cette perspective met en évidence qu'il importe d'envisager toute la gamme des conséquences possibles, tout en ouvrant la porte à divers outils utiles pour la prise de décision dans un contexte d'incertitude.

Troisièmement, l'interconnexion des éléments liés au changement climatique est intégrée à la perspective axée sur les risques. Les risques liés au changement climatique se déploient dans des environnements riches en processus et en facteurs de stress interconnectés. Souvent le changement climatique tend surtout à ajouter de nouvelles dimensions et complications à des défis déjà bien connus. Évaluer le contexte des risques liés au changement climatique, caractérisé par la pluralité des facteurs de stress, peut ouvrir la voie à de nouvelles inspirations et perspectives pour trouver des solutions.

Une meilleure connaissance de ces risques peut amener à découvrir les solutions potentielles et les incidences de celles-ci. Plusieurs des solutions relèvent du domaine de l'atténuation, que couvre largement le Groupe de travail III dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation. La contribution du Groupe de travail II prend la forme d'un examen approfondi de l'adaptation. Il y a toutefois souvent lieu d'établir des liens entre l'adaptation au changement climatique, les mesures d'atténuation et le développement durable. Aujourd'hui, les auteurs de publication tendent à présenter l'adaptation, l'atténuation et le développement durable comme des objectifs non plus concurrents, mais complémentaires. Cette nouvelle perspective met en lumière des options permettant de miser sur la gestion et la réduction des risques liés au changement climatique pour permettre l'avènement de communautés dynamiques, d'économies robustes et d'écosystèmes sains dans toutes les parties du monde.

Structure du rapport

La contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC comprend un bref résumé à l'intention des décideurs, un résumé technique plus développé et 30 chapitres thématiques, que viennent compléter des annexes. Une série d'encarts thématiques, faisant le lien entre les différents chapitres, et une foire aux questions offrent une perspective intégrée sur plusieurs questions clés. Les versions électroniques des parties imprimées et des documents complémentaires peuvent être librement consultés en ligne à l'adresse suivante: www.ipcc.ch.

Le rapport s'articule en deux parties. La partie A porte sur de nombreux secteurs dans une perspective planétaire pour traiter des systèmes physiques, biologiques et humains. La partie B traite des mêmes thèmes, mais dans une perspective régionale, et explore les questions que soulève la prise en compte parallèle du changement climatique, de l'environnement et des ressources disponibles. D'un point de vue conceptuel, la Partie A se recoupe partiellement avec la Partie B pour ce qui est des thèmes traités, mais la différence de cadrage fait que chacune d'elles s'adresse à un groupe de parties prenantes bien déterminé. Afin de définir le contexte et de répondre aux besoins des utilisateurs intéressés par les thèmes à l'échelle régionale, la Partie B reprend certains éléments des contributions au cinquième Rapport d'évaluation des groupes de travail I et III. Pour faire ressortir la différence de finalité entre les deux parties et le fait que les vice-présidents se sont réparti le travail, l'ordre d'énonciation des responsables d'édition est inversé: le nom de Chris Field est mentionné en premier dans la Partie A et celui de Vicente Barros en premier dans la Partie B.

Les vingt chapitres de la Partie A s'articulent en six groupes thématiques.

Contexte du cinquième Rapport d'évaluation

Les deux chapitres de ce groupe, (1) Point de départ et (2) Fondements du processus décisionnel, récapitulent brièvement les conclusions du quatrième Rapport d'évaluation et la contribution du Groupe de travail I à ce dernier. Ils expliquent pourquoi l'accent est mis sur le changement climatique en tant que défi en matière de gestion et de réduction des risques et évaluent la pertinence de diverses approches pour la prise de décision dans le contexte du changement climatique.

Ressources et systèmes naturels et gérés et leurs utilisations

Les cinq chapitres de ce groupe, à savoir (3) Ressources en eau douce, (4) Systèmes terrestres et d'eaux intérieures, (5) Systèmes côtiers et basses terres littorales, (6) Systèmes océaniques et (7) Sécurité alimentaire et systèmes de production alimentaire portent sur divers secteurs, en mettant un accent nouveau sur la sécurité des ressources. Le chapitre sur les systèmes océaniques, centré sur les processus à l'œuvre dans les écosystèmes océaniques, concourt largement à la place attribuée aux océans dans le cinquième Rapport d'évaluation.

Établissements humains, industrie et infrastructure

Les trois chapitres de ce groupe, à savoir (8) Zones urbaines, (9) Zones rurales et (10) Secteurs et services économiques clés, présentent en détail les établissements et l'activité économique. Du fait de la taille des populations urbaines et de l'exode rural, les zones urbaines sont d'une importance croissante pour comprendre la question du changement climatique.

Santé, bien-être et sécurité

Les trois chapitres de ce groupe, (11) Santé humaine: Incidences, adaptation et co-avantages, (12) Sécurité des personnes et (13) Moyens de

subsistance et pauvreté, se concentrent davantage sur l'être humain. Ces chapitres portent sur un vaste éventail de processus, des maladies à transmission vectorielle aux migrations en passant par les conflits. Ils évaluent la pertinence des connaissances locales et traditionnelles.

Adaptation

Un approfondissement du thème de l'adaptation est l'un des apports caractéristiques du cinquième Rapport d'évaluation. Les chapitres ont pour objets respectifs : (14) Besoins et options en matière d'adaptation, (15) Planification et mise en œuvre des mesures d'adaptation, (16) Perspectives, contraintes et limites en matière d'adaptation et (17) Aspects économiques de l'adaptation. L'importance attribuée à ce thème reflète l'augmentation des publications qui lui sont consacrées et l'apparition de plan d'adaptation aux changements climatiques dans de nombreux pays, de même que des actions concrètes dans certains d'entre eux.

Conséquences, risques, vulnérabilités et perspectives multisectoriels

Les trois chapitres de ce groupe sont respectivement (18) Détection et attribution des incidences observées, (19) Nouveaux risques et principales vulnérabilités et (20) Résilience face aux changements climatiques: adaptation, atténuation et développement durable.

Le chapitre intitulé « Résilience face aux changements climatiques: adaptation, atténuation et développement durable » rassemble des données tirées des chapitres appartenant aux parties A et B pour se concentrer sur des aspects du changement climatique qui n'apparaissent que si l'on examine de nombreux exemples de toutes les régions de la Terre et l'ensemble des comportements humains. Ces chapitres offrent une perspective intégrée sur trois questions centrales pour comprendre les risques liés à un climat en mutation – quelles sont les incidences du changement climatique à ce jour (et quel est le degré de certitude du lien de cause à effet) ?, quels sont les risques les plus sérieux à envisager pour l'avenir ?, et comment associer les mesures prises pour réagir au changement climatique avec d'autres enjeux sociaux ?

Le premier des dix chapitres de la Partie B, intitulé (21) Contexte régional, est structuré pour aider les lecteurs à comprendre et à mettre à profit les informations régionales. Il est suivi par des chapitres sur neuf régions du monde: (22) Afrique, (23) Europe, (24) Asie, (25) Australasie, (26) Amérique du Nord, (27) Amérique centrale et Amérique du Sud, (28) Régions polaires, (29) Petits États insulaires et (30) Océan (adoptant une perspective régionale sur les questions liées aux océans, y compris l'utilisation des ressources océaniques par les êtres humains). Chacun de ces chapitres est une ressource autonome pour les parties prenantes de la région concernée, mais il contribue aussi à établir l'évaluation globale, dont il s'inspire également. Des cartes régionales des changements climatiques, qui viennent compléter l'Atlas des projections climatiques mondiales et régionales du Groupe de travail I, et une quantification des principaux risques régionaux sont les points forts de cette partie. Chaque chapitre explore les questions et thèmes qui sont les plus pertinents pour la région.

Processus

La contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC a été élaborée selon les procédures de ce dernier. La structure des chapitres a été examinée et définie lors d'une réunion destinée à esquisser le contenu du rapport, tenue à Venise en juillet 2009, et les contributions demandées aux trois groupes de travail ont été approuvées dans leurs grandes lignes lors de la 31^{ème} session du Groupe, tenue en novembre 2009 à Bali (Indonésie). Les gouvernements comme les organisations ayant le statut d'observateur auprès du GIEC ont nommé des experts pour l'équipe d'auteurs. Cette équipe, composée de 64 auteurs coordonnateurs principaux, 179 auteurs principaux et 66 éditeurs réviseurs, a été sélectionnée par le Bureau du Groupe de travail II et approuvée par le Bureau du GIEC en mai 2010. Plus de 400 auteurs collaborateurs, sélectionnés par les équipes des auteurs de chaque chapitre, ont contribué à la rédaction du texte.

Les versions préliminaires élaborées par les équipes d'auteurs ont fait l'objet de deux cycles d'examen par des experts, dont l'un a également sollicité les gouvernements. Les équipes d'auteurs ont révisé les projets de chapitres après chaque cycle, et les éditeurs réviseurs ont veillé à ce que chaque commentaire formulé au cours de la procédure soit pleinement pris en compte. Au besoin, les chapitres ont été remaniés en fonction de points soulevés par les experts. De plus, les gouvernements ont participé à un dernier cycle de révision du projet de Résumé à l'intention des décideurs. Les versions préliminaires des chapitres, les commentaires formulés lors de l'examen et les réponses des auteurs peuvent être consultés en ligne sur le site www.ipcc.ch. Au total, la contribution du Groupe de travail II a donné lieu à 50 492 commentaires, reçus de 1 729 examinateurs de 84 pays. Le Résumé à l'intention des décideurs a été approuvé ligne par ligne par le GIEC et les chapitres ont été approuvés lors de la dixième session de son Groupe de travail II et lors de la 38^{ème} session du GIEC, tenue à Yokohama (Japon), du 25 au 30 mars 2014.

Remerciements

Pour le cinquième Rapport, le Groupe de travail II a bénéficié des compétences d'une impressionnante équipe d'auteurs. À plusieurs égards, celle-ci a réuni l'ensemble de la communauté scientifique, y compris les chercheurs qui ont rédigé les articles sur lesquels l'évaluation s'est fondée, ainsi que les examinateurs qui nous ont permis de bénéficier de leurs connaissances par plus de 50 000 commentaires. Toutefois, rien n'aurait été possible sans la haute compétence, les connaissances et le dévouement des 309 personnes de 70 pays qui forment l'équipe de rédaction du Groupe de travail II: les auteurs coordonnateurs principaux, les auteurs principaux et les éditeurs réviseurs. Ces personnes, avec l'aide d'un groupe de scientifiques talentueux qui se sont portés volontaires pour les divers chapitres, ainsi que de plusieurs dizaines d'auteurs collaborateurs, ont fait preuve d'un splendide engagement envers la rigueur scientifique et le service public. Malheureusement, trois des auteurs les plus éminents nous ont quittés au cours de la rédaction du présent rapport: JoAnn Carmin, Abby Sallenger et Steve Schneider. Ils nous manquent beaucoup.

De précieux avis et orientations nous ont été donnés par les membres du Bureau du Groupe de travail II: Amjad Abdulla (Maldives), Eduardo Calvo Buendía (Pérou), José M. Moreno (Espagne), Nirivololona Rahoijao (Madagascar), Sergey Semenov (Fédération de Russie) et Neville Smith (Australie). Leur compréhension des ressources et préoccupations régionales nous ont été d'une extrême utilité.

Tout au long de l'élaboration du rapport, nous avons bénéficié de l'expertise et du discernement de nos collègues qui dirigent le GIEC, en particulier de son président, R.K. Pachauri. Tous les membres du Comité exécutif du GIEC ont travaillé efficacement et sans ménager leurs efforts sur des thèmes examinés par les trois groupes de travail. Nous les remercions tous très chaleureusement: R.K. Pachauri, Ottmar Edenhofer, Ismail El Gizouli, Taka Hiraiishi, Thelma Krug, Hoesung Lee, Ramón Pichs Madruga, Qin Dahe, Youba Sokona, Thomas Stocker et Jean-Pascal van Ypersele.

Nous avons beaucoup apprécié l'enthousiasme avec lequel les pays qui ont accueilli nos réunions de travail si fécondes ont collaboré, notamment pour quatre réunions d'auteurs principaux et la dixième session du Groupe de travail II. Nos remerciements vont aussi aux gouvernements du Japon, des États-Unis, de l'Argentine et de la Slovénie pour l'aide qu'ils nous ont apportée en accueillant les réunions des auteurs principaux, et au Gouvernement japonais pour avoir accueilli la session d'approbation. Le Gouvernement des États-Unis a fourni l'essentiel des ressources financières nécessaire pour les travaux du Service d'appui technique du Groupe de travail II. Nous remercions aussi tout particulièrement les responsables du *United States Global Change Research Program* pour avoir organisé le financement assuré par de nombreux organismes de recherche.

Nous tenons beaucoup à adresser nos remerciements à Renate Christ, secrétaire du GIEC, ainsi qu'au personnel du Secrétariat du GIEC: Gaetano Leone, Carlos Martin-Novella, Jonathan Lynn, Brenda Abrar-Milani, Jesbin Baidya, Laura Biagioni, Mary Jean Burer, Annie Courtin, Judith Ewa, Joëlle Fernandez, Nina Peeva, Sophie Schlingemann, Amy Smith et Werani Zabula. Nous remercions aussi Francis Hayes, qui a assuré l'organisation de la session d'approbation. Merci aussi aux personnes qui ont coordonné l'organisation de chacune des réunions d'auteurs principaux: Mizue Yuzurihara et Claire Summers pour la première, Sandy MacCracken pour la deuxième, Ramiro Saurral pour la troisième, et Mojca Deželak pour la quatrième. Des étudiants du Japon, des États-Unis, d'Argentine et de Slovénie ont apporté leur aide pour les réunions d'auteur.

Le Service d'appui technique du Groupe de travail II a été merveilleux. Ses membres ont conjugué subtilité scientifique, excellence technique, qualités artistiques, endurance et un profond dévouement, sans parler de leur aptitude phénoménale à compenser les négligences et insuffisances des co-présidents. Dave Dokken, Mike Mastrandrea, Katie Mach, Kris Ebi, Monalisa Chatterjee, Sandy MacCracken, Eric Kissel, Yuka Estrada, Leslie White, Eren Bilir, Rob Genova, Beti Girma, Andrew Levy et Patricia Mastrandrea ont tous apporté des contributions extraordinaires au Rapport. De plus, le travail de David Ropeik (pour la foire aux questions), de Marcos Senet

Préface

(assistant de Vicente Barros), de Terry Kornak (pour la révision technique), de Marilyn Anderson (pour l'index), de Liu Yingjie (pour l'appui aux auteurs chinois) et de Janak Pathak (pour la communication avec le PNUE) a été déterminant. Kyle Terran, Gete Bond et Sandi Fikes se sont occupés des voyages. Les contributions bénévoles de John Kelley et d'Ambarish Malpani ont été d'une aide inestimable pour la gestion des références. Catherine Lemmi, Ian Sparkman et Danielle Olivera ont été des stagiaires exemplaires.

Enfin, nous exprimons aussi notre profonde gratitude aux membres de nos familles et des familles de tous les auteurs et examinateurs, qui ont vu leurs conjoints, parents, partenaires et enfants rester cloués le soir et le week-end devant leur ordinateur et qui les ont entendus maugréer en recevant de nouvelles tâches de notre part.



Vicente Barros
Coprésident du Groupe de travail II du GIEC



Chris Field
Coprésident du Groupe de travail II du GIEC

À la mémoire de



Photo: Odd-Steinar Tøllefsen

Yuri Antonievich Izrael
(15 mai 1930 - 23 janvier 2014)

La contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation est dédiée à la mémoire du Professeur Yuri Antonievich Izrael, qui fut le premier président du Groupe, entre 1988 et 1992, puis vice-président du GIEC de 1992 à 2008. Le professeur Izrael était un pionnier. Il a ouvert des portes qui ont permis à des milliers de scientifiques de contribuer aux travaux du GIEC.

Tout au long de sa brillante carrière, le Professeur Izrael a été un fervent défenseur des sciences de l'environnement, de la météorologie, de la climatologie et des organisations internationales, servant en particulier le GIEC et l'Organisation météorologique mondiale. Chercheur d'une grande créativité, il a travaillé sans relâche à construire des institutions, fondant en particulier l'Institut du climat mondial et de l'écologie, qu'il a dirigé pendant deux décennies.

Au sein du GIEC, le Professeur Izrael a joué un rôle fondamental en permettant au Groupe de trouver un juste équilibre entre les observations précises, les mécanismes et les projections systématiques fondées sur des scénarios. Soucieux d'intégrer les compétences scientifiques du plus haut niveau et d'étendre le nombre des contributeurs aux rapports du GIEC, le Professeur Izrael a largement contribué à rendre ces rapports exhaustifs et pleinement intégrés.

Résumé à l'intention des décideurs

Résumé à l'intention des décideurs

Équipe de rédaction:

Christopher B. Field (États-Unis d'Amérique), Vicente R. Barros (Argentine), Michael D. Mastrandrea (États-Unis d'Amérique), Katharine J. Mach (États-Unis d'Amérique), Mohamed A.-K. Abdrabo (Égypte), W. Neil Adger (Royaume-Uni), Yury A. Anokhin (Fédération de Russie), Oleg A. Anisimov (Fédération de Russie), Douglas J. Arent (États-Unis d'Amérique), Jonathon Barnett (Australie), Virginia R. Burkett (États-Unis d'Amérique), Rongshuo Cai (Chine), Monalisa Chatterjee (États-Unis d'Amérique/Inde), Stewart J. Cohen (Canada), Wolfgang Cramer (Allemagne/France), Purnamita Dasgupta (Inde), Debra J. Davidson (Canada), Fatima Denton (Gambie), Petra Döll (Allemagne), Kirstin Dow (États-Unis d'Amérique), Yasuaki Hijioka (Japon), Ove Hoegh-Guldberg (Australie), Richard G. Jones (Royaume-Uni), Roger N. Jones (Australie), Roger L. Kitching (Australie), R. Sari Kovats (Royaume-Uni), Joan Nymand Larsen (Islande), Erda Lin (Chine), David B. Lobell (États-Unis d'Amérique), Iñigo J. Losada (Espagne), Graciela O. Magrin (Argentine), José A. Marengo (Brésil), Anil Markandya (Espagne), Bruce A. McCarl (États-Unis d'Amérique), Roger F. McLean (Australie), Linda O. Mearns (États-Unis d'Amérique), Guy F. Midgley (Afrique du Sud), Nobuo Mimura (Japon), John F. Morton (Royaume-Uni), Isabelle Niang (Sénégal), Ian R. Noble (Australie), Leonard A. Nurse (Barbade), Karen L. O'Brien (Norvège), Taikan Oki (Japon), Lennart Olsson (Suède), Michael Oppenheimer (États-Unis d'Amérique), Jonathan T. Overpeck (États-Unis d'Amérique), Joy J. Pereira (Malaisie), Elvira S. Poloczanska (Australie), John R. Porter (Danemark), Hans-O. Pörtner (Allemagne), Michael J. Prather (États-Unis d'Amérique), Roger S. Pulwarty (États-Unis d'Amérique), Andy Reisinger (Nouvelle-Zélande), Aromar Revi (Inde), Patricia Romero-Lankao (Mexique), Oliver C. Ruppel (Namibie), David E. Satterthwaite (Royaume-Uni), Daniela N. Schmidt (Royaume-Uni), Josef Settele (Allemagne), Kirk R. Smith (États-Unis d'Amérique), Dáithí A. Stone (Canada/Afrique du Sud/ États-Unis d'Amérique), Avelino G. Suarez (Cuba), Petra Tschakert (États-Unis d'Amérique), Riccardo Valentini (Italie), Alicia Villamizar (Venezuela), Rachel Warren (Royaume-Uni), Thomas J. Wilbanks (États-Unis d'Amérique), Poh Poh Wong (Singapour), Alistair Woodward (Nouvelle-Zélande), Gary W. Yohe (États-Unis d'Amérique).

Résumé à référencer comme suit:

GIEC, 2014: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumé à l'intention des décideurs*. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 34 pages (publié en anglais, en arabe, en chinois, en espagnol, en français et en russe).

Table des matières

Évaluation et gestion des risques liés au changement climatique	3
Encadré contextuel RID.1. Contexte de l'évaluation	4
Encadré contextuel RID.2. Définitions des termes principaux utilisés dans le présent résumé	5
Encadré contextuel RID.3. Qualification du degré de certitude associé aux conclusions de l'évaluation	6
A: Incidences observées, vulnérabilité et adaptation dans un monde complexe en pleine évolution	4
A-1. Incidences observées, vulnérabilité et exposition	4
A-2. Expérience relative à l'adaptation	8
A-3. Contexte de la prise de décisions	9
Encadré d'évaluation RID.1. Perturbations anthropiques du système climatique	12
B: Risques futurs et possibilités d'adaptation	13
B-1. Risques principaux en fonction des secteurs et des régions	13
B-2. Risques sectoriels et possibilités d'adaptation	14
Encadré d'évaluation RID.2. Principaux risques régionaux	21
B-3. Principaux risques régionaux et possibilités d'adaptation	25
C: Gestion des risques futurs et renforcement de la résilience	25
C-1. Principes d'une adaptation efficace	26
C-2. Transformation et profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique	28
Compléments d'information	30

ÉVALUATION ET GESTION DES RISQUES LIÉS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les activités humaines ont un effet manifeste sur le climat¹ et le changement climatique pose des risques pour les systèmes humains et naturels (figure RID.1). Dans l'évaluation des incidences, de l'adaptation et de la vulnérabilité qu'il a effectuée dans le cadre de sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation (RE5), le Groupe de travail II (GTII) se penche sur l'évolution des risques et des avantages possibles liés au changement climatique et examine les moyens de réduire et de gérer les incidences et les risques liés au changement climatique à l'aide de mesures d'adaptation et d'atténuation. Le rapport évalue les besoins, les options, les possibilités, les contraintes, la résilience, les limites et d'autres enjeux liés à l'adaptation.

Le changement climatique est le fruit d'interactions complexes et de fluctuations de la probabilité de divers impacts. Approche nouvelle adoptée dans le présent rapport, l'accent placé sur le risque sert à étayer la prise de décisions dans le contexte du changement climatique et complète d'autres éléments du rapport. Les populations et les sociétés pourraient percevoir et classer les risques et les avantages possibles d'une manière différente en fonction des valeurs qu'elles défendent et des objectifs qu'elles poursuivent.

Comparativement à ce qu'il faisait dans ses rapports antérieurs, le Groupe de travail II se fonde, dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation, sur une base beaucoup plus large de connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques. La multiplication des sources de documentation a facilité la réalisation d'une évaluation complète englobant un ensemble plus large de sujets et de secteurs et examinant d'une manière plus approfondie les enjeux liés aux systèmes humains, à l'adaptation et aux océans (voir encadré contextuel RID.1)².

La section A du présent résumé décrit les incidences observées, la vulnérabilité et l'exposition, ainsi que les mesures d'adaptation adoptées à ce jour. La section B examine les risques futurs et les avantages possibles. La section C se penche sur les principes d'une adaptation efficace et sur les interactions de portée plus générale qui existent entre l'adaptation, l'atténuation et le développement durable. L'encadré contextuel RID.2 définit les principes essentiels et l'encadré contextuel RID.3 présente la terminologie utilisée pour traduire le degré de certitude associé aux principales conclusions du rapport. Les références placées entre crochets et dans les notes en bas de page renvoient aux chapitres, figures et tableaux du rapport d'évaluation détaillé.

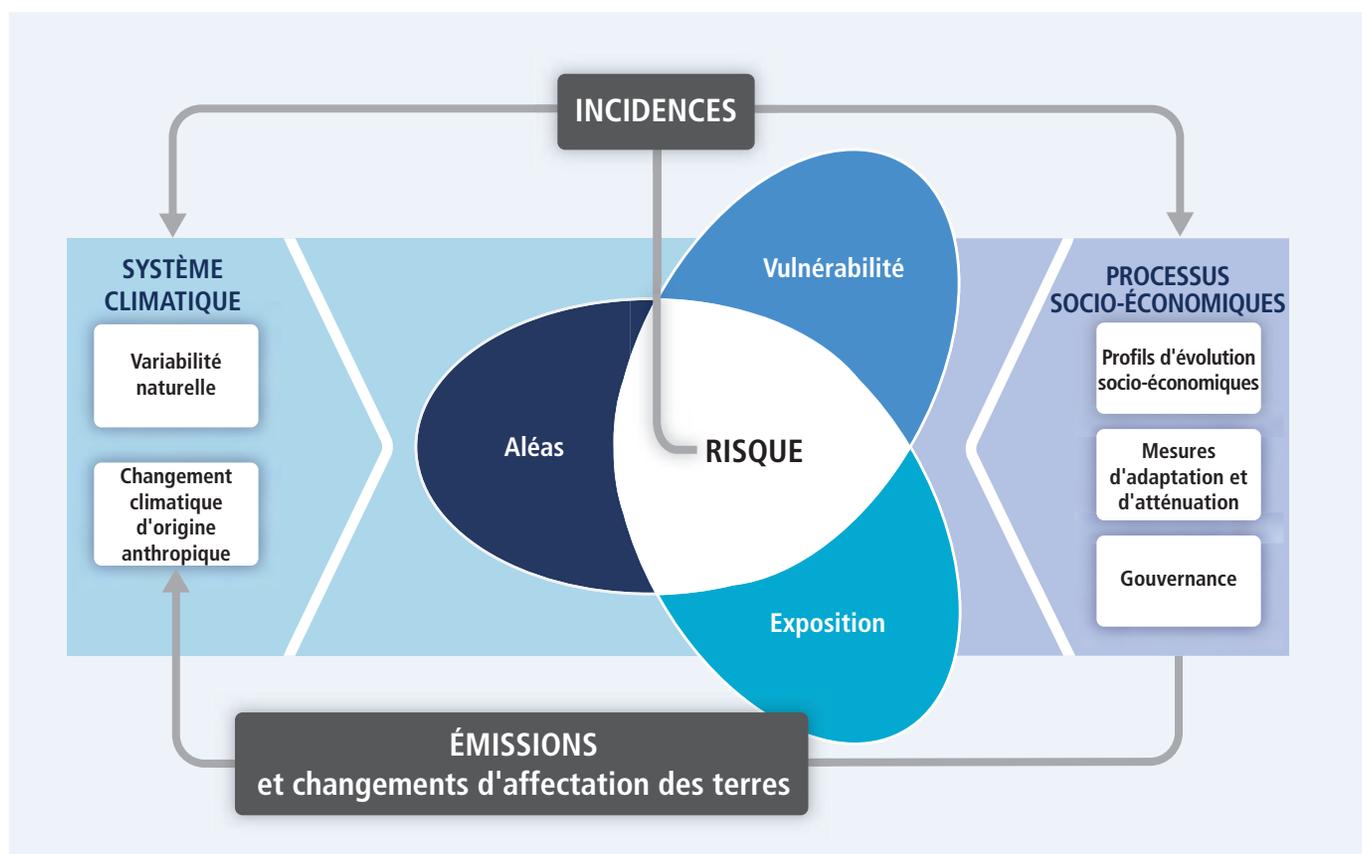


Figure RID.1 | Notions essentielles abordées dans la contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation (GTII RE5). Le risque d'incidences liées au climat découle de l'interaction entre des aléas climatiques (y compris les tendances et les phénomènes dangereux) et la vulnérabilité et l'exposition des systèmes anthropiques et naturels. Les changements qui touchent à la fois le système climatique (à gauche) et les processus socio-économiques, y compris l'adaptation et l'atténuation (à droite), sont les principales causes des aléas, de l'exposition et de la vulnérabilité. [19.2; figure 19-1]

¹ Dans une des principales conclusions de sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation, le Groupe de travail I a déclaré: «Il est extrêmement probable que l'influence de l'homme est la cause principale du réchauffement observé depuis le milieu du XX^e siècle.» [GTI RE5, RID, Section D.3, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9].

² 1.1, Figure 1-1.

Encadré contextuel RID.1 | Contexte de l'évaluation

Au cours des deux dernières décennies, le Groupe de travail II du GIEC a élaboré des évaluations des incidences du changement climatique, de l'adaptation et de la vulnérabilité. La présente contribution de ce groupe de travail s'appuie sur sa contribution au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (RE4) publiée en 2007, ainsi que sur le *Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation aux changements climatiques* (SREX) publié en 2012. Elle fait suite à la contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation (GTI RE5)³.

Le nombre de publications scientifiques pouvant étayer l'évaluation des incidences du changement climatique, l'adaptation et la vulnérabilité a plus que doublé entre 2005 et 2010, celles portant sur l'adaptation ayant vu leur nombre augmenter de manière particulièrement rapide. Le nombre d'auteurs de pays en développement ayant publié dans ce domaine s'est accru, même s'il ne représente encore qu'une infime partie du total⁴.

La contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation se divise en deux parties (Partie A: Aspects mondiaux et sectoriels; Partie B: Aspects régionaux), ce qui reflète l'étendue de la documentation existante et l'approche multidisciplinaire retenue, l'importance accrue accordée aux incidences sur les sociétés et sur les réactions de ces dernières, et le maintien d'une couverture exhaustive à l'échelle régionale.

A: INCIDENCES OBSERVÉES, VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION DANS UN MONDE COMPLEXE EN PLEINE ÉVOLUTION

A-1. Incidences observées, vulnérabilité et exposition

Au cours des dernières décennies, le changement climatique a influé sur les systèmes naturels et humains de tous les continents et sur tous les océans. Les preuves les plus flagrantes et les mieux étayées des incidences du changement climatique ont trait aux systèmes naturels. On a également attribué au changement climatique certains des effets observés sur les systèmes humains⁵, en établissant une distinction entre les contributions majeures ou mineures de ce dernier et celles d'autres facteurs (voir figure RID.2). Dans le rapport du Groupe de travail II, la détermination des causes (attribution) des incidences observées tend d'une manière générale à établir des liens entre les réactions des systèmes naturels et humains et les changements climatiques observés, sans tenir compte des causes de ces derniers⁶.

Dans beaucoup de régions, la modification du régime des précipitations ou de la fonte des neiges et des glaces perturbe les systèmes hydrologiques et influe sur la qualité et la quantité des ressources hydriques (degré de confiance moyen). Les glaciers continuent de reculer presque partout dans le monde à cause du changement climatique (*degré de confiance élevé*), influant sur le ruissellement et sur les ressources en eau en aval (*degré de confiance moyen*). Le changement climatique provoque le réchauffement et la fonte du pergélisol aux hautes latitudes comme dans les régions d'altitude élevée (*degré de confiance élevé*)⁷.

On observe chez beaucoup d'espèces terrestres, dulciroles 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). (voir figure RID.2B). Bien que le nombre de disparitions récentes d'espèces attribuées jusqu'à présent au changement climatique reste limité (*degré de confiance élevé*), nous savons que les changements climatiques naturels à l'échelle du globe, moins rapides que les changements d'origine anthropique que nous observons actuellement, ont entraîné au cours des derniers millions d'années une évolution importante des écosystèmes et l'extinction de très nombreuses espèces (*degré de confiance élevé*)⁸.

³ 1.2-3

⁴ 1.1, Figure 1-1

⁵ Les rapports des Groupes de travail I et II ne donnent pas le même sens à la notion d'*attribution*. Le GTII se penche sur les liens qui existent entre les incidences sur les systèmes naturels et humains et les changements observés des conditions climatiques, sans tenir compte de leurs causes, alors que le GTI s'attache à quantifier les liens qui existent entre les changements climatiques observés et l'activité humaine, ainsi que d'autres facteurs externes influant sur le climat.

⁶ 18.1, 18.3-6

⁷ 3.2, 4.3, 18.3, 18.5, 24.4, 26.2, 28.2; tableaux 3-1 et 25-1; figures 18-2 et 26-1

⁸ 4.2-4, 5.3-4, 6.1, 6.3-4, 18.3, 18.5, 22.3, 24.4, 25.6, 28.2, 30.4-5; encadrés 4-2, 4-3, 25-3, ET-RC et ET-BM.

Encadré contextuel RID.2 | Définitions des termes principaux utilisés dans le présent résumé⁹

Changement climatique – Variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, notamment les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques ou des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres. On notera que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son article premier, définit les changements climatiques comme des «changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables». La CCNUCC établit ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles.

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

Exposition – Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte susceptibles de subir des dommages.

Vulnérabilité – Propension ou prédisposition à subir des dommages. La vulnérabilité englobe divers concepts ou éléments, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter.

Incidences – Effets sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent rapport, le terme est employé principalement pour désigner les effets, sur les systèmes naturels et humains, des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et des changements climatiques. Il s'agit en général des effets sur la vie des personnes, les modes de subsistance, la santé, les écosystèmes, le patrimoine économique, social et culturel, les services et les infrastructures, découlant de leurs interactions avec les changements climatiques ou les phénomènes climatiques dangereux qui se produisent au cours d'une période donnée, et de la vulnérabilité de la société ou du système exposé. Dans ce sens, on emploie aussi les termes *conséquences* ou *impacts*. Les incidences des changements climatiques sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble d'incidences appelées impacts physiques.

Risque – Conséquences éventuelles et incertaines d'un événement sur quelque chose ayant une valeur, compte dûment tenu de la diversité des valeurs. Le risque est souvent représenté comme la probabilité d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux que viennent amplifier les conséquences de tels phénomènes lorsqu'ils se produisent. Le risque découle des interactions de la vulnérabilité, de l'exposition et des aléas (voir figure RID.1). Dans le présent rapport, le terme *risque* sert principalement à désigner les risques liés au changement climatique.

Adaptation – Démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Dans les systèmes humains, il s'agit d'atténuer ou d'éviter les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Dans certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences.

Transformation – Changement des attributs fondamentaux des systèmes naturels ou humains. Dans le présent résumé, la transformation peut refléter le renforcement, la modification ou l'ajustement de paradigmes, d'objectifs ou de valeurs en vue de promouvoir une adaptation propice au développement durable, y compris la lutte contre la pauvreté.

Résilience – Capacité des systèmes sociaux, économiques ou écologiques à faire face aux événements dangereux, tendances ou perturbations, à y réagir et à se réorganiser de façon à conserver leurs fonctions essentielles, leur identité et leur structure, tout en maintenant leurs facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.

⁹ Plusieurs des termes utilisés dans les divers chapitres du rapport sont définis dans le glossaire utilisé par le Groupe de travail II pour sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation. Compte tenu des avancées scientifiques récentes, le champ d'application et le thème central de certaines définitions diffèrent de ceux utilisés dans le quatrième Rapport et d'autres publications du GIEC.

Encadré contextuel RID.3 | Qualification du degré de certitude associé aux conclusions de l'évaluation¹⁰

Le degré de certitude associé aux principaux résultats présentés dans le présent rapport est fondé sur la nature, la quantité, la qualité et la cohérence des éléments correspondants (données, compréhension mécaniste, théorie, modèles, avis d'experts, etc.) et sur le degré de cohérence. Les termes utilisés dans le présent résumé pour qualifier les éléments disponibles sont *limités*, *moyens* ou *robustes*, et leur degré de cohérence *faible*, *moyen* ou *élevé*.

La confiance dans la validité d'un résultat résulte de la synthèse de l'évaluation des éléments disponibles et de leur cohérence. Cinq qualificatifs sont utilisés pour exprimer le degré de confiance: *très faible*, *faible*, *moyen*, *élevé* et *très élevé*.

La probabilité d'occurrence, passée ou future, d'un résultat donné peut être quantifiée au moyen des termes suivants: *quasiment certain*, probabilité de 99–100 %; *extrêmement probable*, 95–100 %; *très probable*, 90–100 %; *probable*, 66–100 %; *plus probable qu'improbable*, >50–100 %; *à peu près aussi probable qu'improbable*, 33–66 %; *improbable*, 0–33 %; *très improbable*, 0–10 %; *extrêmement improbable*, 0–5 %; *exceptionnellement improbable*, 0–1 %. Sauf indication contraire, les résultats assortis d'un terme exprimant la probabilité sont associés à un degré de confiance *élevé* ou *très élevé*. Le cas échéant, les résultats sont également formulés sous forme d'énoncés des faits, sans recourir à des qualificatifs d'incertitude.

Dans les paragraphes du présent résumé, les termes servant à qualifier le degré de confiance, les éléments disponibles ou le degré de cohérence attribués à un résultat clé indiqué en caractères gras s'appliquent également aux énoncés subséquents du paragraphe, sauf si des qualificatifs supplémentaires sont utilisés.

Selon de nombreuses études portant sur un large éventail de régions et de types de cultures, les incidences négatives du changement climatique sur le rendement des cultures ont été observées plus fréquemment que les incidences positives (*degré de confiance élevé*). Les études moins nombreuses faisant état d'incidences positives portent principalement sur des régions de hautes latitudes, bien qu'il reste difficile de déterminer, à l'heure actuelle, si le bilan global des incidences observées dans ces régions est positif ou négatif (*degré de confiance élevé*). Le changement climatique a eu un effet négatif sur les rendements des cultures de blé et de maïs dans de nombreuses régions, ainsi qu'à l'échelle mondiale (*degré de confiance moyen*). Les incidences observées sur les rendements des cultures de riz et de soja ont été moindres dans les principales régions productrices ainsi qu'à l'échelle mondiale, le changement médian calculé à partir de l'ensemble des données disponibles — moins nombreuses dans le cas du soja que pour les autres cultures — s'établissant à zéro. Les incidences observées ont trait surtout aux aspects de la production liés à la sécurité alimentaire, plutôt qu'à l'accès ou à d'autres composantes de la sécurité alimentaire (voir figure RID.2C). Depuis la publication du quatrième Rapport d'évaluation, plusieurs épisodes d'augmentation rapide des prix des aliments et des céréales consécutifs à des événements climatiques extrêmes dans les principales régions productrices ont laissé conclure à une sensibilité des marchés actuels à ce type d'événements, parmi d'autres facteurs (*degré de confiance moyen*)¹¹.

À l'heure actuelle, le fardeau des maladies humaines provoquées à l'échelle mondiale par le changement climatique est relativement faible comparativement aux effets d'autres facteurs de stress et reste mal quantifié. On a cependant 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*). Les variations locales de la température et des précipitations ont modifié la répartition de certaines maladies d'origine hydrique et de certains vecteurs de maladies (*degré de confiance moyen*)¹².

Les différences de vulnérabilité et d'exposition résultent de facteurs de stress non climatiques et d'inégalités multidimensionnelles souvent causés par un développement inégal (*degré de confiance très élevé*). Ces différences déterminent les risques différentiels dus au changement climatique (voir figure RID.1). Les populations qui sont marginalisées sur le plan social, économique, culturel, politique, institutionnel ou autrement sont particulièrement vulnérables au changement climatique ainsi qu'à certaines stratégies d'adaptation et d'atténuation (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Cette vulnérabilité accrue est rarement attribuable à une cause unique; elle est plutôt due à l'interaction de processus sociaux qui provoque l'inégalité du statut socio-économique et des revenus ainsi que du degré d'exposition. Ces processus sociaux incluent par exemple la discrimination fondée sur le sexe, la classe sociale, l'ethnie, l'âge et l'état physique¹³.

Les incidences d'événements climatiques extrêmes survenus récemment — vagues de chaleur, sécheresses, inondations, cyclones et feux incontrôlés — mettent en évidence la grande vulnérabilité et le degré élevé d'exposition de certains écosystèmes et de nombreux systèmes humains à la variabilité actuelle du climat (*degré de confiance très élevé*). Les incidences de tels événements climatiques extrêmes incluent la dégradation des écosystèmes, la perturbation de la production alimentaire et de l'approvisionnement en eau, les dommages causés aux infrastructures et aux établissements humains, la morbidité et la mortalité, et les conséquences sur la santé mentale et sur le bien-être des individus. Dans tous les pays, peu importe leur niveau de développement, ces incidences trahissent un manque important de préparation à la variabilité actuelle du climat dans certains secteurs¹⁴.

¹⁰ 1.1, encadré 1–1

¹¹ 7.2, 18.4, 22.3, 26.5; figures 7–2, 7-3 et 7–7.

¹² 11.4-6, 18.4, 25.8

¹³ 8.1-2, 9.3-4, 10.9, 11.1, 11.3-5, 12.2-5, 13.1-3, 14.1-3, 18.4, 19.6, 23.5, 25.8, 26.6, 26.8, 28.4; encadré ET-HFC

¹⁴ 3.2, 4.2-3, 8.1, 9.3, 10.7, 11.3, 11.7, 13.2, 14.1, 18.6, 22.3, 25.6-8, 26.6-7, 30.5; tableaux 18-3 et 23-1; figure 26-2; encadrés 4-3, 4-4, 25-5, 25-6, 25-8 et encart ET-RG

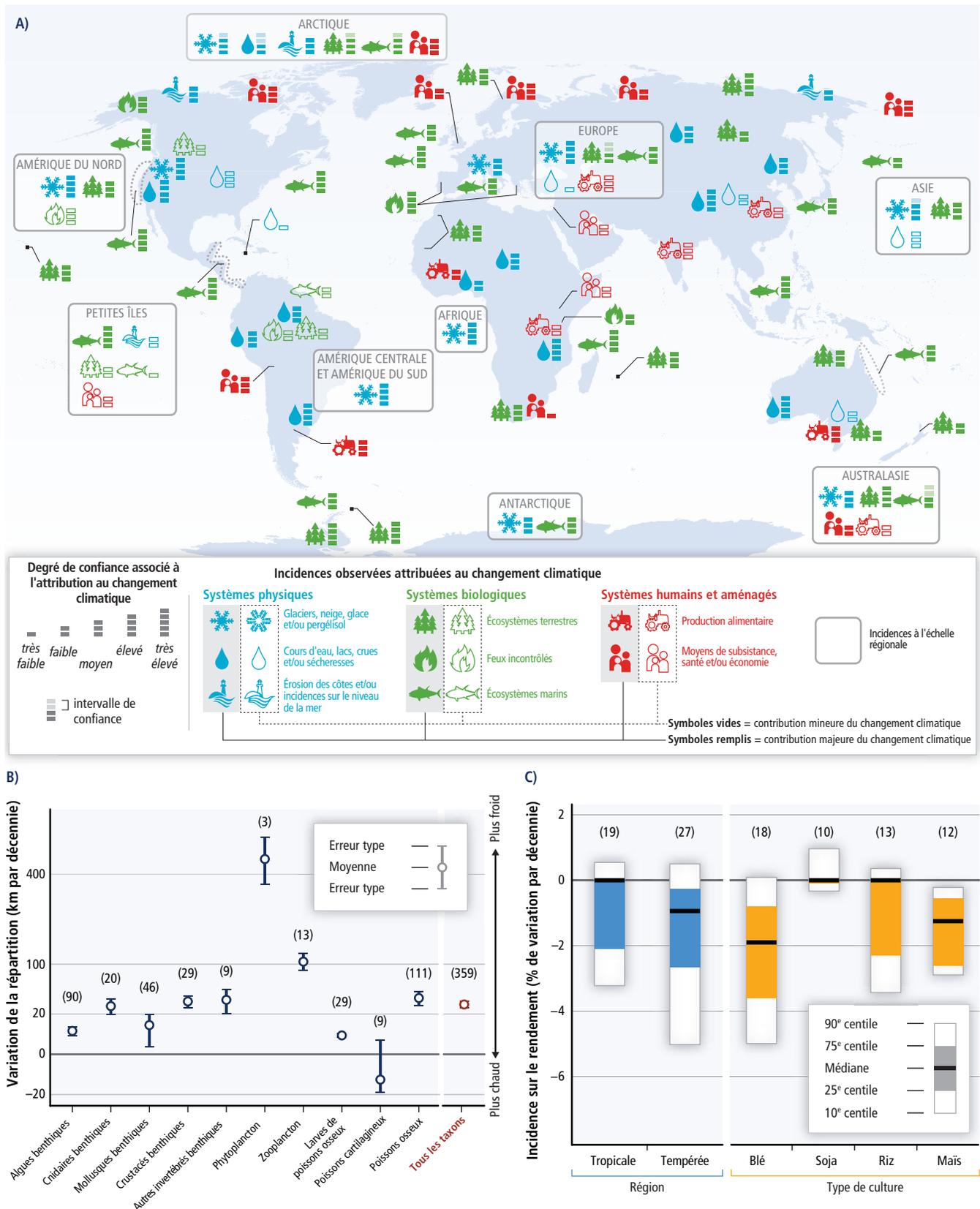


Figure RID.2 | Répercussions à grande échelle dans un monde en pleine évolution. A) Tendances mondiales des incidences attribuées au changement climatique observées au cours des dernières décennies, fondées sur les résultats des études réalisées depuis la publication du quatrième Rapport d'évaluation. Les incidences sont indiquées à diverses échelles géographiques. 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. Voir le tableau supplémentaire RID.A1 pour une description des incidences. B) Taux moyens de variation de la répartition (km par décennie) des groupes taxonomiques marins, fondés sur les observations recueillies de 1900 à 2010. Les changements positifs de la répartition correspondent au réchauffement (migration vers des eaux auparavant plus froides, généralement en direction des pôles). Le nombre de résultats analysés est indiqué entre parenthèses pour chaque catégorie. C) Résumé des incidences estimées des changements climatiques observés de 1960 à 2013 sur les rendements de quatre cultures importantes des régions tempérées et tropicales; le nombre de points de données analysés est indiqué entre parenthèses pour chaque catégorie. [Figures 7–2, 18–3 et BM–2]

Les dangers liés au climat exacerbent d'autres facteurs de stress, souvent avec des conséquences négatives pour les moyens de subsistance, en particulier pour les populations vivant dans la pauvreté (*degré de confiance élevé*). Les dangers liés au climat influent sur la vie des pauvres à la fois directement — perturbation des moyens de subsistance, réduction des rendements des cultures, destruction des habitations — et indirectement — hausse du prix des aliments et aggravation de l'insécurité alimentaire. Les effets positifs observés chez les populations pauvres et marginalisées sont limités et souvent indirects; ils incluent par exemple la diversification des réseaux sociaux et des pratiques agricoles¹⁵.

Les conflits violents augmentent la vulnérabilité au changement climatique (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*). Les conflits violents de grande ampleur portent atteinte aux actifs qui facilitent l'adaptation, y compris les infrastructures, les institutions, les ressources naturelles, le capital social et les moyens de subsistance¹⁶.

A–2. Expérience relative à l'adaptation

Tout au long de leur histoire, les peuples et les sociétés ont réussi avec plus ou moins de succès à s'adapter ou à faire face au climat, à ses variations et aux phénomènes climatiques extrêmes. La présente section se penche sur les moyens utilisés par les humains pour s'adapter aux incidences observées ou anticipées du changement climatique et qui peuvent également servir plus largement à l'atténuation des risques et à la réalisation des objectifs de développement.

Le concept d'adaptation commence à être intégré dans certains processus de planification, bien que sa mise en application demeure plus limitée (*degré de confiance élevé*). Diverses options techniques et technologiques d'adaptation sont régulièrement mises en œuvre, et souvent intégrées dans les programmes existants comme la gestion des risques de catastrophe et la gestion de l'eau. On reconnaît de plus en plus la valeur des mesures sociales, institutionnelles et écosystémiques, et l'ampleur des obstacles à l'adaptation. Les options d'adaptation adoptées à ce jour continuent de mettre l'accent sur les ajustements graduels et sur les avantages connexes, mais commencent à accorder plus d'importance à la souplesse et à l'apprentissage (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*). La plupart des évaluations de l'adaptation se sont limitées aux incidences, à la vulnérabilité et à la planification de l'adaptation, et rares sont celles qui se sont penchées sur les processus de mise en œuvre ou sur les effets des mesures d'adaptation (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence élevé*)¹⁷.

L'expérience relative à l'adaptation grandit dans toutes les régions, dans les secteurs public et privé, ainsi qu'au sein des collectivités (*degré de confiance élevé*). **À différents niveaux, les administrations publiques commencent à élaborer des plans et des politiques d'adaptation et à intégrer les enjeux du changement climatique dans le cadre plus large du développement.** Nous présentons ci-après quelques exemples de mesures d'adaptation mises en œuvre dans les diverses régions:

- En Afrique, la plupart des gouvernements nationaux mettent en place des systèmes de gouvernance pour l'adaptation. La gestion des risques de catastrophe, l'adaptation des technologies et des infrastructures, les démarches écosystémiques, les mesures de santé publique de base et la diversification des modes de subsistance contribuent à réduire la vulnérabilité, bien que les efforts déployés à ce jour tendent à être isolés¹⁸;
- En Europe, des politiques d'adaptation ont été élaborées à tous les niveaux de l'administration publique, et certains plans d'adaptation ont été intégrés dans la gestion des zones côtières et de l'eau, dans la protection de l'environnement et l'aménagement du territoire, et dans la gestion des risques de catastrophe¹⁹;
- En Asie, l'intégration de l'adaptation au climat dans la planification du développement au niveau infranational, la mise en place des systèmes d'alerte précoce, la gestion intégrée des ressources hydriques, l'agroforesterie et le reboisement côtier des mangroves contribuent à faciliter l'adaptation dans certaines régions²⁰;
- En Australasie, la préparation à l'élévation du niveau de la mer et, dans le sud de l'Australie, la planification des mesures visant à faire face aux pénuries d'eau, prennent de plus en plus d'importance. La planification des mesures d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer a considérablement évolué au cours des deux dernières décennies et se caractérise par une diversité d'approches, bien que la mise en œuvre de ces mesures reste fragmentaire²¹;
- En Amérique du Nord, les autorités publiques préconisent une démarche d'évaluation et de planification graduelle des mesures d'adaptation, en particulier à l'échelle municipale. Certaines mesures proactives d'adaptation ont été mises en place pour protéger les investissements à plus long terme dans les infrastructures énergétiques et publiques²²;

¹⁵ 8.2-3, 9.3, 11.3, 13.1-3, 22.3, 24.4, 26.8

¹⁶ 12.5, 19.2, 19.6

¹⁷ 4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3-4, 15.2-5, 17.2-3, 21.3, 21.5, 22.4, 23.7, 25.4, 26.8-9, 30.6; encadrés 25-1, 25-2, 25-9 et ET-AÉ

¹⁸ 22.4

¹⁹ 23.7; encadrés 5-1 et 23-3

²⁰ 24.4-6, 24.9, encadré ET-CT

²¹ 25.4, 25.10; tableau 25-2; encadrés 25-1, 25-2 et 25-9

²² 26.7-9

- En Amérique centrale et en Amérique du Sud, des mesures d'adaptation fondées sur les écosystèmes — y compris la délimitation d'aires protégées, la conclusion d'accords de conservation et la gestion communautaire de zones naturelles — se mettent en place. Dans certaines régions, le secteur agricole commence à recourir aux variétés de cultures résistantes, aux prévisions climatiques et à la gestion intégrée des ressources hydriques²³;
- Dans l'Arctique, certaines collectivités ont commencé à mettre en œuvre des stratégies adaptatives de cogestion et à mettre en place des infrastructures de communication qui font appel à la fois au savoir traditionnel et à la science²⁴;
- Dans les petites îles, qui affichent une grande diversité de caractéristiques physiques et humaines, on a observé que les mesures d'adaptation axées sur les collectivités donnaient de meilleurs résultats lorsqu'elles étaient intégrées à d'autres activités de développement²⁵;
- Pour les océans, la coopération internationale et la planification du territoire maritime commencent à faciliter l'adaptation au changement climatique, malgré les difficultés que posent l'échelle spatiale et les problèmes de gouvernance²⁶.

A-3. Contexte de la prise de décisions

La variabilité du climat et les phénomènes climatiques extrêmes jouent depuis longtemps un rôle important dans de nombreux contextes de prise de décisions. Les risques liés au changement climatique évoluent désormais dans le temps sous l'effet du changement climatique et du développement. La présente section s'appuie sur l'expérience acquise en matière de prise de décisions et de gestion du risque. Elle pose les bases d'une meilleure compréhension de l'évaluation, présentée dans le rapport, des risques futurs liés au climat et des mesures qui pourraient être prises pour y faire face.

La réaction aux risques liés au changement climatique passe par la prise de décisions dans un monde en constante évolution où il reste impossible de déterminer avec certitude la gravité et la chronologie des incidences du changement climatique et où l'efficacité des mesures d'adaptation envisageables reste limitée (degré de confiance élevé). La gestion itérative des risques offre un cadre utile pour la prise de décisions dans des situations complexes caractérisées par des conséquences potentielles importantes, un niveau d'incertitude persistant, de longs échéanciers, certaines possibilités d'apprentissage et de multiples influences climatiques et non climatiques qui évoluent au fil du temps (voir figure RID.3). L'évaluation du plus large éventail d'incidences possible, y compris celles qui sont peu probables mais dont les conséquences pourraient être lourdes, est cruciale pour permettre de bien saisir les avantages possibles des diverses mesures de gestion des risques envisageables et de les comparer. Étant donné la complexité des mesures d'adaptation à diverses échelles et dans divers contextes, le suivi et l'apprentissage deviennent des composantes importantes de toute mesure efficace d'adaptation²⁷.

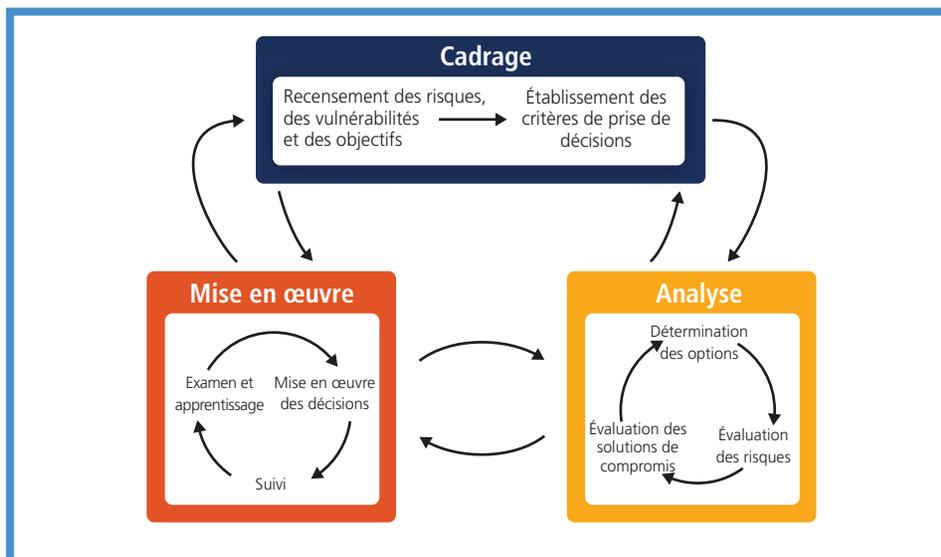


Figure RID.3 | L'adaptation au changement climatique comme processus itératif de gestion des risques aux rétroactions multiples. Les populations et les connaissances influent sur le processus et sur ses résultats. [Figure 2-1]

²³ 27.3

²⁴ 28.2, 28.4

²⁵ 29.3, 29.6; tableau 29-3; figure 29-1

²⁶ 30.6

²⁷ 2.1-4, 3.6, 14.1-3, 15.2-4, 16.2-4, 17.1-3, 17.5, 20.6, 22.4, 25.4; figure 1-5

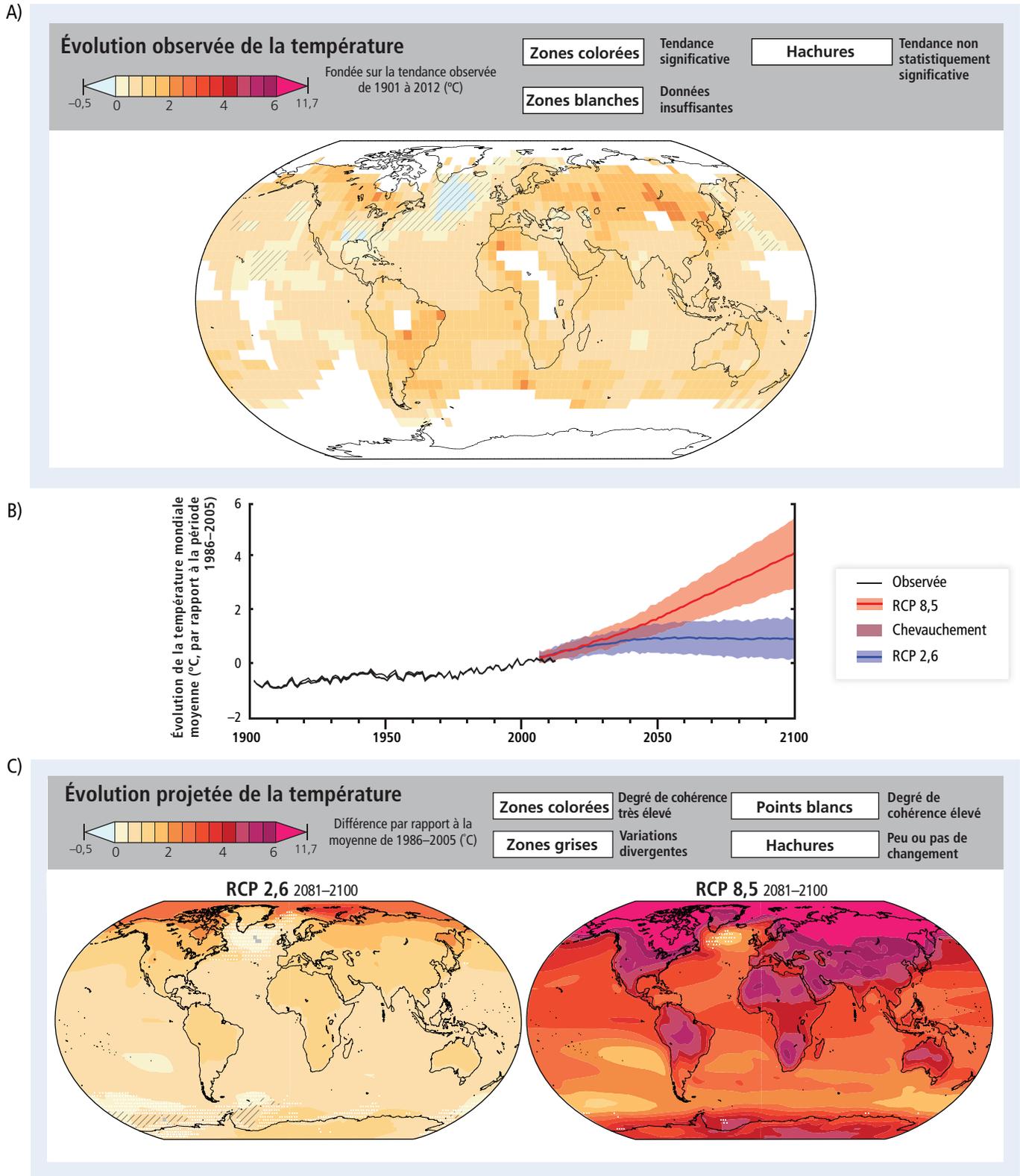


Figure RID.4 | Variations observées et projetées de la moyenne annuelle de la température à la surface du globe. Ces cartes servent à traduire notre compréhension actuelle des risques liés au changement climatique décrits dans le rapport complet (GTII RE5). Elles illustrent les changements de température observés à ce jour et le réchauffement projeté dans un scénario d'émissions élevées et ininterrompues et de mesures d'atténuation ambitieuses.



Figure RID.4 – Détails techniques

A) Carte des variations de la température annuelle moyenne observées de 1901 à 2012, dérivées des tendances linéaires lorsque les données sont suffisantes pour établir une estimation robuste. Les autres zones sont laissées en blanc. Les couleurs pleines désignent les zones où les tendances sont significatives au seuil de 10 %. Les hachures indiquent les zones où les tendances ne sont pas significatives. Les données observées (fourchette des valeurs de point de grille: $-0,53$ à $2,50$ °C au cours de la période) sont tirées des figures RID.1 et 2.21 du rapport complet (GTII RE5). B) Variations observées et projetées de la température moyenne mondiale annuelle, par rapport à la période 1986–2005. Le réchauffement observé entre les périodes 1850–1900 et 1986–2005 est de $0,61$ °C (intervalle de confiance à 5–95 %: $0,55$ à $0,67$ °C). Les traits noirs indiquent les estimations de température tirées de trois jeux de données. Les courbes bleues et rouges et les parties ombrées des mêmes couleurs représentent la moyenne de l'ensemble et la fourchette de variation correspondant à $\pm 1,64$ fois la valeur de l'écart-type; elles sont fondées sur les simulations CMIP5 (Projet de comparaison de modèles couplés) réalisées à partir de 32 modèles pour le scénario RCP 2,6 et de 39 modèles pour le scénario RCP 8,5. C) Projections de la moyenne multi-modèles CMIP5 des changements de la température moyenne annuelle pour la période 2081–2100 selon les scénarios RCP 2,6 et 8,5, par rapport à la période 1986–2005. Les couleurs pleines indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence très élevé, où le changement moyen multi-modèle est supérieur au double de la variabilité de référence (variabilité interne naturelle des moyennes sur 20 ans) et où 90 % ou plus des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les couleurs avec des points blancs indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence élevé, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence et s'accordent sur le signe du changement. Les zones grises sont celles caractérisées par des changements divergents, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, mais dans lesquelles moins de 66 % des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les couleurs hachurées indiquent les zones caractérisées par un changement faible ou nul, où moins de 66 % des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, bien que des changements significatifs puissent être enregistrés à des échelles de temps plus courtes telles que des saisons, des mois ou des jours. L'analyse utilise des données de modèle (fourchette des valeurs de point de grille pour les scénarios RCP 2,6 et 8,5: $0,06$ à $11,71$ °C) tirées de la figure RID.8 de la contribution du GTI au cinquième Rapport d'évaluation, la description détaillée des méthodes se trouvant dans l'encart ET-CR. Voir également l'annexe I du rapport du GTI. [Encadré 21–2 et encart ET-CR; GTI RE5, 2.4; figures RID.1, RID.7 et 2.21].

À court terme, les choix d'adaptation et d'atténuation influenceront sur les risques liés au changement climatique tout au long du XXI^e siècle (degré de confiance élevé). La figure RID.4 illustre les projections de réchauffement correspondant à des scénarios d'atténuation avec émissions faibles et émission élevées [Profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP 2,6 et 8,5)], ainsi que l'évolution observée des températures. Les avantages de l'adaptation et de l'atténuation se manifestent sur des périodes de temps différentes, mais qui se chevauchent. Les hausses de la température mondiale projetées en vertu des deux scénarios au cours des quelques décennies à venir se ressemblent (figure RID.4B)²⁸. À court terme, les risques évolueront au gré de l'interaction des tendances socio-économiques et de l'évolution des conditions climatiques. Les réactions des sociétés humaines, et en particulier leurs mesures d'adaptation, influenceront sur les conséquences à court terme. Au cours de la seconde moitié du XXI^e siècle et au-delà, les hausses de la température moyenne mondiale prévues par les deux scénarios d'émissions divergeront (figure RID.4B et 4C)²⁹. Ainsi, à plus long terme, les mesures d'adaptation et d'atténuation mises en œuvre à court ou à long terme, ainsi que les modes de développement détermineront les risques liés au changement climatique³⁰.

L'évaluation des risques décrite dans la contribution du GTII au cinquième Rapport d'évaluation s'appuie sur divers éléments. On s'appuie sur des avis d'experts pour intégrer les éléments dans les évaluations des risques. Les éléments utilisés comprennent par exemple les observations empiriques, les résultats expérimentaux, les connaissances fondées sur les processus, les démarches statistiques, la simulation et les modèles descriptifs. Les risques futurs liés au changement climatique varient sensiblement selon les modes de développement envisageables, et l'importance relative du développement et du changement climatique varie selon les secteurs, les régions et la période de temps (degré de confiance élevé). Les scénarios sont des outils utiles pour caractériser les possibles orientations futures du développement socio-économique, le changement climatique et ses risques, et les conséquences politiques. Les projections des modèles climatiques qui servent dans le présent rapport à étayer les évaluations des risques sont généralement fondées sur les RCP (figure RID.4), ainsi que sur les scénarios du rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (SRES), publié antérieurement³¹.

La vulnérabilité future, l'exposition et les réactions des systèmes humains et naturels interconnectés s'entourent d'une grande incertitude (degré de confiance élevé) qui sert à justifier l'exploration d'un large éventail de perspectives socio-économiques aux fins de l'évaluation des risques. L'acquisition de connaissances sur la vulnérabilité future, l'exposition et la capacité de réaction des systèmes humains et naturels interconnectés constitue un défi à cause du nombre de facteurs sociaux, économiques et culturels qui peuvent intervenir et qui n'ont pas été complètement pris en compte jusqu'à ce jour. Ces facteurs comprennent la richesse et sa distribution au sein des sociétés, la démographie, les migrations, l'accès à la technologie et à l'information, la structure de l'emploi, la qualité des réponses adaptatives, les valeurs sociétales, les structures de gouvernance et les institutions servant à résoudre les conflits. Les dimensions internationales telles que le commerce et les relations entre les États sont aussi importantes pour comprendre les risques que pose le changement climatique à l'échelle régionale³².

²⁸ GTI RE5, 11.3

²⁹ GTI RE5, 12.4, et tableau RID.2

³⁰ 2.5, 21.2-3, 21.5; encadré ET-CR

³¹ 1.1, 1.3, 2.2-3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2; encadré ET-CR; GTI RE5, encadré RID.1

³² 11.3, 12.6, 21.3-5, 25.3-4, 25.11, 26.2

Encadré d'évaluation RID.1 | Perturbations anthropiques du système climatique

L'influence de l'homme sur le système climatique est clairement établie³³. Cependant, pour déterminer dans quelle mesure cette influence constitue une «perturbation anthropique dangereuse» au sens de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, il convient de faire appel à la fois à l'évaluation des risques et à l'avis d'experts. Le présent rapport évalue les risques qui se posent dans divers contextes et au fil du temps afin de déterminer le niveau de changement climatique à partir duquel ces risques deviennent dangereux.

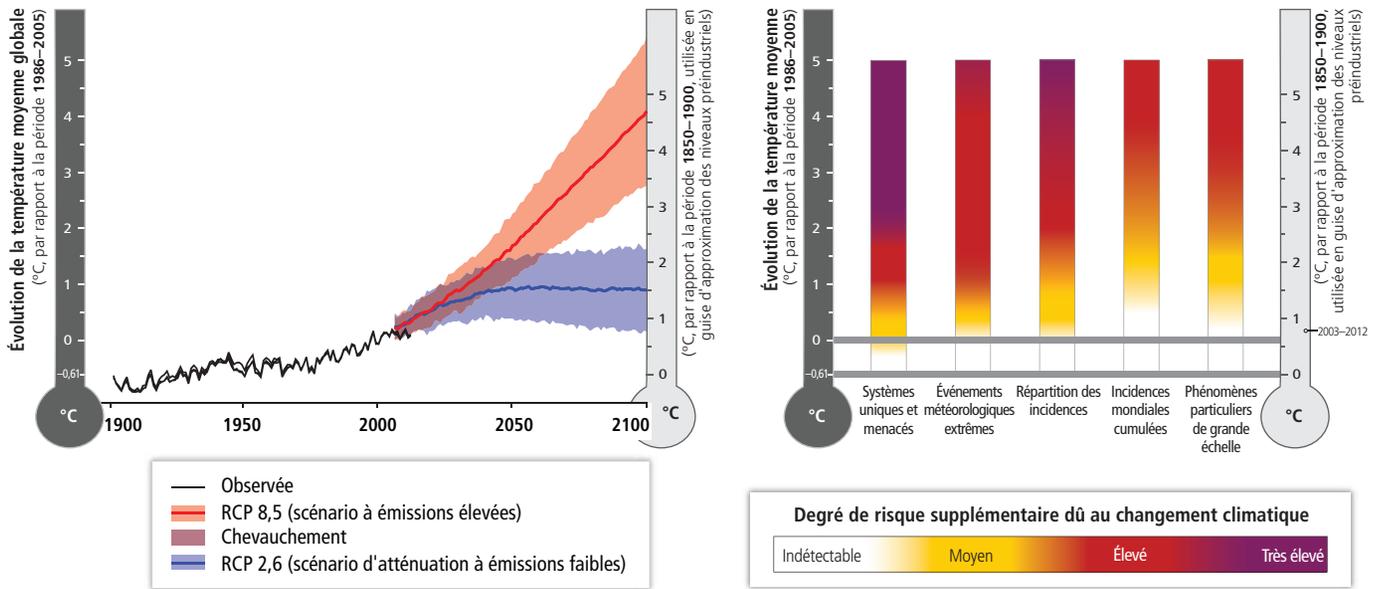
Cinq motifs de préoccupation constituent un cadre de synthèse des principaux risques qui se posent dans les divers secteurs et régions. Définis pour la première fois dans le troisième rapport d'évaluation du GIEC, ces motifs illustrent les conséquences du réchauffement planétaire et les limites de l'adaptation des populations humaines, des économies et des écosystèmes. Ils servent de point de départ à l'évaluation des perturbations anthropiques dangereuses du système climatique. Les risques liés à chacun de ces motifs de préoccupation, actualisés à partir d'un examen de la documentation spécialisée et des avis d'experts, sont énumérés ci-dessous, ainsi que dans la figure 1 de l'encadré d'évaluation RID.1. Toutes les valeurs de température représentent une moyenne globale de changement par rapport à la période 1986–2005 («récente»)³⁴.

- 1) **Systèmes uniques et menacés:** Certains systèmes uniques et menacés, y compris des écosystèmes et des cultures, sont déjà mis en danger par le changement climatique (*degré de confiance élevé*). Une augmentation de la température moyenne globale de 1 °C aurait pour effet d'accroître le nombre de ces systèmes exposés à des conséquences graves. Beaucoup d'espèces et de systèmes dotés de capacités d'adaptation limitées encourraient des risques très élevés si la température moyenne globale augmentait de 2 °C, en particulier la banquise de l'Arctique et les récifs coralliens.
- 2) **Phénomènes météorologiques extrêmes:** Les risques de phénomènes météorologiques extrêmes liés au changement climatique — par exemple, vagues de chaleur, précipitations extrêmes et inondations des zones côtières — atteignent déjà un niveau modéré (*degré de confiance élevé*) et atteindraient un niveau élevé avec une augmentation supplémentaire de la température moyenne globale de 1 °C (*degré de confiance moyen*). Les risques liés à certains types d'événements extrêmes (par exemple, chaleur extrême) augmentent encore sous l'effet de températures plus élevées (*degré de confiance élevé*).
- 3) **Répartition des incidences:** Les risques ne sont pas répartis uniformément et sont généralement plus grands pour les populations et les collectivités défavorisées de tous les pays, quel que soit leur niveau de développement. Les risques sont déjà modérés à cause des incidences régionales du changement climatique, en particulier sur les productions végétales (*degré de confiance moyen à élevé*). Selon les baisses projetées des rendements des cultures et de l'approvisionnement en eau à l'échelle régionale, un réchauffement supplémentaire de plus de 2 °C de la température moyenne globale entraînerait un risque élevé d'incidences inégalement réparties (*degré de confiance moyen*).
- 4) **Incidences mondiales cumulées:** Les risques d'incidences mondiales cumulées d'un réchauffement compris entre 1 et 2 °C de la température moyenne globale sont jugés modérés; ils concernent à la fois la diversité biologique de la planète et l'économie mondiale (*degré de confiance moyen*). Un réchauffement supplémentaire d'environ 3 °C pose des risques élevés se traduisant par une perte considérable de biodiversité et la disparition des biens et services écosystémiques qu'elle suppose (*degré de confiance élevé*). Une augmentation de la température provoque une accélération des dommages économiques (*éléments limités, degré de cohérence élevé*), mais peu d'estimations quantitatives ont été réalisées pour des niveaux de réchauffement supplémentaire d'environ 3 °C ou plus.
- 5) **Phénomènes particuliers de grande échelle:** Avec l'augmentation du réchauffement, certains systèmes physiques ou écosystèmes courent le risque de subir des changements soudains et irréversibles. Les risques d'atteindre ce genre de seuil ou de point de basculement deviennent modérés lorsque le réchauffement supplémentaire varie de 0 à 1 °C, étant donné les signes avant-coureurs de changements irréversibles de régime déjà affichés par les récifs coralliens d'eau chaude et les écosystèmes arctiques (*degré de confiance moyen*). Les risques augmentent d'une manière disproportionnée avec une hausse supplémentaire de la température globale moyenne de 1 à 2 °C, et deviennent élevés au-dessus de 3 °C à cause de la possibilité d'une élévation importante et irréversible du niveau des océans due à la fonte des inlandsis. Un réchauffement soutenu dépassant un certain seuil³⁵ entraînerait une disparition quasi complète de l'inlandsis groenlandais d'ici un millénaire ou plus, et provoquerait une élévation du niveau moyen des océans atteignant jusqu'à 7 mètres.

³³ GTI RE5 RID, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9

³⁴ 18.6, 19.6; le réchauffement observé de 1850–1900 à 1986–2005 s'établit à 0,61 °C (intervalle de confiance à 5–95 %: 0,55 à 0,67 °C). [GTI RE5, 2.4]

³⁵ Selon les estimations actuelles, ce seuil, établi par rapport aux niveaux préindustriels, est supérieur à environ 1 °C (*degré de confiance faible*), mais inférieur à environ 4 °C (*degré de confiance moyen*). [GTI RE5, RID, 5.8, 13.4-5]



Encadré d'évaluation RID.1 Figure 1 | Perspective globale des risques liés au climat. Les risques correspondant à chacun des motifs de préoccupation sont indiqués à droite, pour des niveaux croissants de changement climatique. Les couleurs servent à indiquer le risque supplémentaire dû au changement climatique lorsqu'un niveau de température est atteint, puis maintenu ou dépassé. Le risque indétectable (en blanc) indique qu'il n'y a pas d'incidence associée détectable et attribuable au changement climatique. Le risque modéré (en jaune) indique que les incidences associées sont à la fois détectables et attribuables au changement climatique avec un *niveau de confiance* au moins *moyen*, compte tenu également des autres critères spécifiques aux risques principaux. Le risque élevé (en rouge) indique que les incidences associées sont graves et de grande ampleur, en prenant également en compte les autres critères spécifiques aux risques principaux. Le violet, utilisé pour la première fois dans la présente évaluation, indique que tous les critères spécifiques aux risques principaux laissent conclure à un risque très élevé. [Figure 19–4] En guise de référence, la moyenne annuelle globale passée et prévue de la température à la surface du globe est indiquée à gauche, comme dans la figure RID.4. [Figure CR–1, encart ET-CR; GTI RE5, figures RID.1 et RID.7] Selon la plus longue série disponible de données de température à la surface du globe, le changement observé entre la moyenne de la période 1850–1900 et la période de référence du cinquième Rapport d'évaluation (1986–2005) s'établit à 0,61 °C (intervalle de confiance à 5–95 %: 0,55 à 0,67 °C) [GTI RE5, RID, 2.4], qui est utilisée ici en guise d'approximation du changement de la température globale moyenne à la surface du globe depuis l'ère préindustrielle, c'est-à-dire la période précédant 1750 [Glossaires des contributions des GTI et II au cinquième Rapport d'évaluation].

B: RISQUES FUTURS ET POSSIBILITÉS D'ADAPTATION

La présente section examine les risques futurs et les avantages possibles, mais néanmoins plus limités, qui pourraient s'observer dans les divers secteurs et régions au cours des prochaines décennies, de la seconde moitié du XXI^e siècle et au-delà. Elle analyse les effets exercés sur ces risques et avantages par l'ampleur et le rythme de l'évolution du changement climatique et par les choix socio-économiques. Elle évalue enfin les possibilités de réduction des incidences et de gestion des risques par l'adaptation et les mesures d'atténuation.

B–1. Risques principaux en fonction des secteurs et des régions

Par risques principaux, on entend les conséquences éventuelles jugées graves au sens de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, c'est-à-dire des «perturbations anthropiques dangereuses du régime climatique». Ces risques sont ainsi qualifiés quand il s'agit de graves dangers ou de fortes vulnérabilités des sociétés et systèmes exposés, voire les deux à la fois. La définition des risques principaux a été fondée sur des avis d'experts et sur les critères suivants: grande ampleur, probabilité élevée ou irréversibilité des conséquences; chronologie des incidences; vulnérabilité persistante ou exposition aux risques; possibilités limitées de réduction des risques par l'adaptation ou l'atténuation. Les risques principaux sont regroupés en cinq grandes classes complémentaires fondées sur les motifs de préoccupation dans l'encadré d'évaluation RID.1.

Les risques principaux énumérés ci-après, tous assortis d'un degré de confiance élevé, couvrent plusieurs secteurs et régions. Chacun de ces risques contribue à un ou plusieurs des motifs de préoccupation énumérés dans l'encadré d'évaluation RID.1³⁶.

- i) Risques de décès, de blessures, de maladies ou de perturbation des moyens de subsistance dans les zones côtières basses, les petits États insulaires en développement et les autres petites îles, dus aux ondes de tempête, aux inondations côtières et à l'élévation du niveau de la mer³⁷. [RFC 1–5]
- ii) Risque de détérioration grave de la santé et de perturbation des moyens de subsistance au sein des grandes populations urbaines dus aux inondations survenant à l'intérieur des terres dans certaines régions³⁸. [RFC 2 et 3]

³⁶ 19.2-4, 19.6; table 19-4; encadrés 19-2 et ET-PR.

³⁷ 5.4, 8.2, 13.2, 19.2-4, 19.6-7, 24.4-5, 26.7-8, 29.3, 30.3; tableaux 19-4 et 26-1; figure 26-2; encadrés 25-1, 25-7 et ET-PR

³⁸ 3.4-5, 8.2, 13.2, 19.6, 25.10, 26.3, 26.8, 27.3; tableaux 19-4 et 26-1; encadré 25-8 et encart ET-PR

- iii) Risques systémiques dus à des phénomènes météorologiques extrêmes conduisant à la détérioration des réseaux d'infrastructures et des services essentiels tels que l'électricité, l'approvisionnement en eau, la santé et les services d'urgence³⁹. [RFC 2–4]
- iv) Risques de mortalité et de morbidité pendant les périodes de chaleur extrême, en particulier pour les populations urbaines vulnérables et les personnes travaillant à l'extérieur dans les régions urbaines et rurales⁴⁰. [RFC 2 et 3]
- v) Risques d'insécurité alimentaire et de rupture des systèmes alimentaires liés au réchauffement, aux sécheresses, aux inondations et à la variabilité des précipitations, y compris les événements extrêmes, en particulier pour les populations les plus pauvres des régions urbaines et rurales⁴¹. [RFC 2–4]
- vi) Risques de perte des moyens de subsistance et de revenus dans les régions rurales en raison d'un accès insuffisant à l'eau potable et à l'eau d'irrigation, ainsi qu'à la diminution de la productivité agricole, en particulier pour les agriculteurs et les éleveurs disposant de moyens limités dans les régions semi-arides⁴². [RFC 2 et 3]
- vii) Risques de perte des écosystèmes marins et côtiers, de la biodiversité et des biens, fonctions et services écosystémiques qu'ils apportent aux moyens de subsistance, en particulier pour les collectivités de pêcheurs des régions tropicales et arctiques⁴³. [RFC 1, 2 et 4]
- viii) Risque de perte d'écosystèmes terrestres et d'écosystèmes des eaux intérieures, de leur biodiversité, et des biens, fonctions et services écosystémiques qu'ils apportent aux moyens de subsistance⁴⁴. [RFC 1, 3, et 4]

Nombre de ces risques posent des défis particuliers pour les pays les moins développés et les collectivités vulnérables, compte tenu des capacités limitées dont ils disposent pour y faire face.

L'intensité croissante du réchauffement climatique augmente la probabilité d'incidences graves, généralisées et irréversibles.

Certains des risques posés par le changement climatique sont considérables à 1 ou 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels (comme le montre l'encadré d'évaluation RID.1). Les risques posés par le changement climatique global varient d'élevés à très élevés pour une augmentation de la température globale moyenne de 4 °C ou plus par rapport aux niveaux préindustriels, et ce pour tous les motifs de préoccupation (encadré d'évaluation RID.1); ils incluent des incidences graves et généralisées sur les systèmes uniques et menacés, la disparition de nombreuses espèces, des risques importants pour la sécurité alimentaire mondiale et régionale, et la combinaison de conditions de température et d'humidité élevées capables de compromettre les activités humaines normales, y compris la production d'aliments et le travail à l'extérieur dans certaines régions et à certaines époques de l'année (*degré de confiance élevé*). Les niveaux précis de changement climatique suffisant pour atteindre un seuil ou un point de basculement (changements soudains et irréversibles) restent incertains, mais les risques engendrés par le franchissement de plusieurs de ces points de basculement du système terrestre ou des systèmes humains et naturels interconnectés augmentent avec l'accroissement des températures (*degré de confiance moyen*)⁴⁵.

On peut réduire les risques globaux du changement climatique en limitant le rythme et l'ampleur de ce changement. Les risques sont réduits sensiblement dans le scénario caractérisé par les températures projetées les plus basses (RCP 2,6 – émissions faibles) comparativement au scénario caractérisé par les températures projetées les plus élevées (RCP 8,5 – émissions élevées), en particulier au cours de la seconde moitié du XXI^e siècle (*degré de confiance très élevé*). Une atténuation du changement climatique peut aussi réduire l'ampleur des mesures d'adaptation qui pourraient être requises. Cependant, dans tous les scénarios d'adaptation et d'atténuation analysés, certains risques liés aux incidences négatives persistent (*degré de confiance très élevé*)⁴⁶.

B–2. Risques sectoriels et possibilités d'adaptation

Le changement climatique devrait amplifier les risques existants liés au climat et engendrer de nouveaux risques pour les systèmes naturels et humains. Certains de ces risques seront limités à un secteur ou à une région donnée, tandis que d'autres auront des effets en cascade. Le changement climatique devrait également, dans une moindre mesure, présenter certains avantages.

³⁹ 5.4, 8.1-2, 9.3, 10.2-3, 12.6, 19.6, 23.9, 25.10, 26.7-8, 28.3; tableau 19-4; encadrés ET-PR et ET-ST

⁴⁰ 8.1-2, 11.3-4, 11.6, 13.2, 19.3, 19.6, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8; tableaux 19-4 et 26-1; encadrés ET-PR et ET-ST

⁴¹ 3.5, 7.4-5, 8.2-3, 9.3, 11.3, 11.6, 13.2, 19.3-4, 19.6, 22.3, 24.4, 25.5, 25.7, 26.5, 26.8, 27.3, 28.2, 28.4; tableau 19-4; encadré ET-PR

⁴² 3.4-5, 9.3, 12.2, 13.2, 19.3, 19.6, 24.4, 25.7, 26.8; tableau 19-4; encadrés 25-5 et ET-PR

⁴³ 5.4, 6.3, 7.4, 9.3, 19.5-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-3, 29.3, 30.5-7; tableau 19-4; encadrés ET-AO, ET-RC, ET-PR et ET-ST

⁴⁴ 4.3, 9.3, 19.3-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-3; tableau 19-4; encadrés ET-PR et ET-EE

⁴⁵ 4.2-3, 11.8, 19.5, 19.7, 26.5; encadré ET-ST

⁴⁶ 3.4-5, 16.6, 17.2, 19.7, 20.3, 25.10; tableaux 3-2, 8-3 et 8-6; encadrés 16-3 et 25-1

Ressources en eau douce

Les risques que fait peser le changement climatique sur les ressources en eau douce devraient augmenter sensiblement avec l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). La proportion de la population mondiale aux prises avec des pénuries d'eau et celle exposée à de graves épisodes d'inondations causées par les crues des cours d'eau s'élèveront à mesure que la température globale augmentera au cours du XXI^e siècle⁴⁷.

Au cours du XXI^e siècle, on prévoit que le changement climatique conduira à un appauvrissement sensible des ressources renouvelables en eaux de surface et en eau souterraine dans la plupart des régions subtropicales arides (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*), ce qui exacerbera la concurrence pour les ressources hydriques entre les secteurs (*éléments limités, degré de cohérence moyen*). Dans les régions actuellement arides, la fréquence des sécheresses augmentera probablement d'ici la fin du XXI^e siècle selon le scénario RCP 8,5 (*degré de confiance moyen*). Par contre, les ressources hydriques devraient afficher une hausse sous les latitudes élevées (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Le changement climatique devrait par ailleurs réduire la qualité de l'eau brute et poser des risques pour la qualité de l'eau potable malgré les méthodes de traitement classiques à cause de l'interaction des facteurs suivants: augmentation de la température, augmentation de la charge en sédiments, hausse des concentrations d'éléments nutritifs et de polluants causée par les pluies abondantes, hausse des concentrations de polluants pendant les sécheresses, perturbation des installations de traitement pendant les inondations (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Les techniques de gestion adaptative de l'eau, notamment la planification de scénarios, les démarches fondées sur l'apprentissage et la mise en place de solutions souples et quasi sans regrets peuvent contribuer à accroître les capacités d'adaptation aux changements et aux incidences hydrologiques aléatoires provoqués par les changements climatique (*éléments limités, degré de cohérence élevé*)⁴⁸.

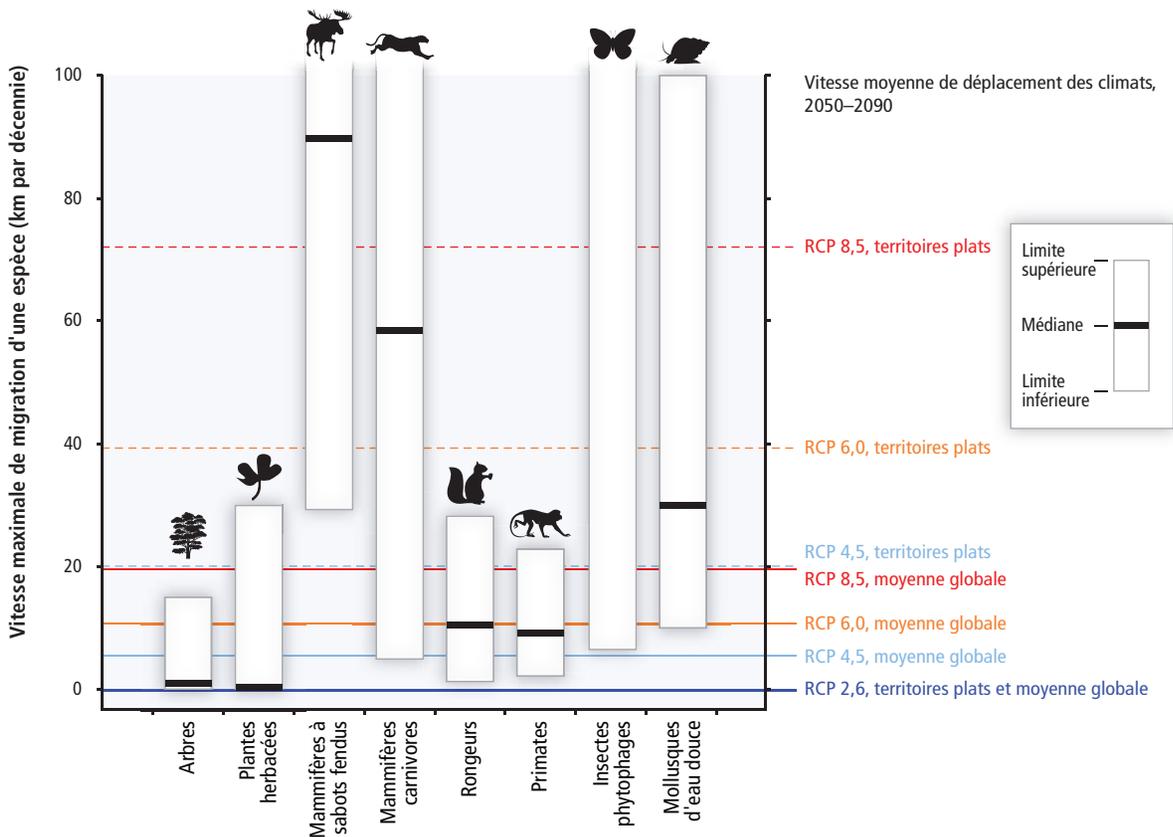


Figure RID.5 | Comparaison de la vitesse maximale de migration des espèces à travers les paysages (fondée sur des données d'observation et de modélisation; axe vertical de gauche) et de la vitesse d'évolution projetée des conditions de température (vitesse à laquelle on prévoit que les isothermes se déplaceront; axe vertical de droite). Les interventions humaines — par exemple, les transports ou la fragmentation de l'habitat — peuvent considérablement accélérer ou ralentir le mouvement. Les rectangles blancs traversés d'un trait noir indiquent les fourchettes et les médianes des vitesses de déplacement maximales pour les arbres, les plantes, les mammifères, les insectes phytophages (médiane non estimée) et les mollusques d'eau douce. S'agissant des scénarios RCP 2,6, 4,5, 6,0 et 8,5 pour la période 2050–2090, les lignes horizontales indiquent la vitesse moyenne de déplacement des climats sur les terres émergées du globe, et la vitesse de ces déplacements sur les territoires plats. Les espèces dont la vitesse maximale prévue de migration est inférieure aux seuils indiqués ne devraient pas être en mesure de survivre au réchauffement, à défaut d'une intervention humaine. [Figure 4–5]

⁴⁷ 3.4-5, 26.3; tableau 3-2; encadré 25-8

⁴⁸ 3.2, 3.4-6, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3; tableaux 3-2 et 23-3; encadrés 25-2, ET-RE et ET-EE; GTI RE5, 12.4

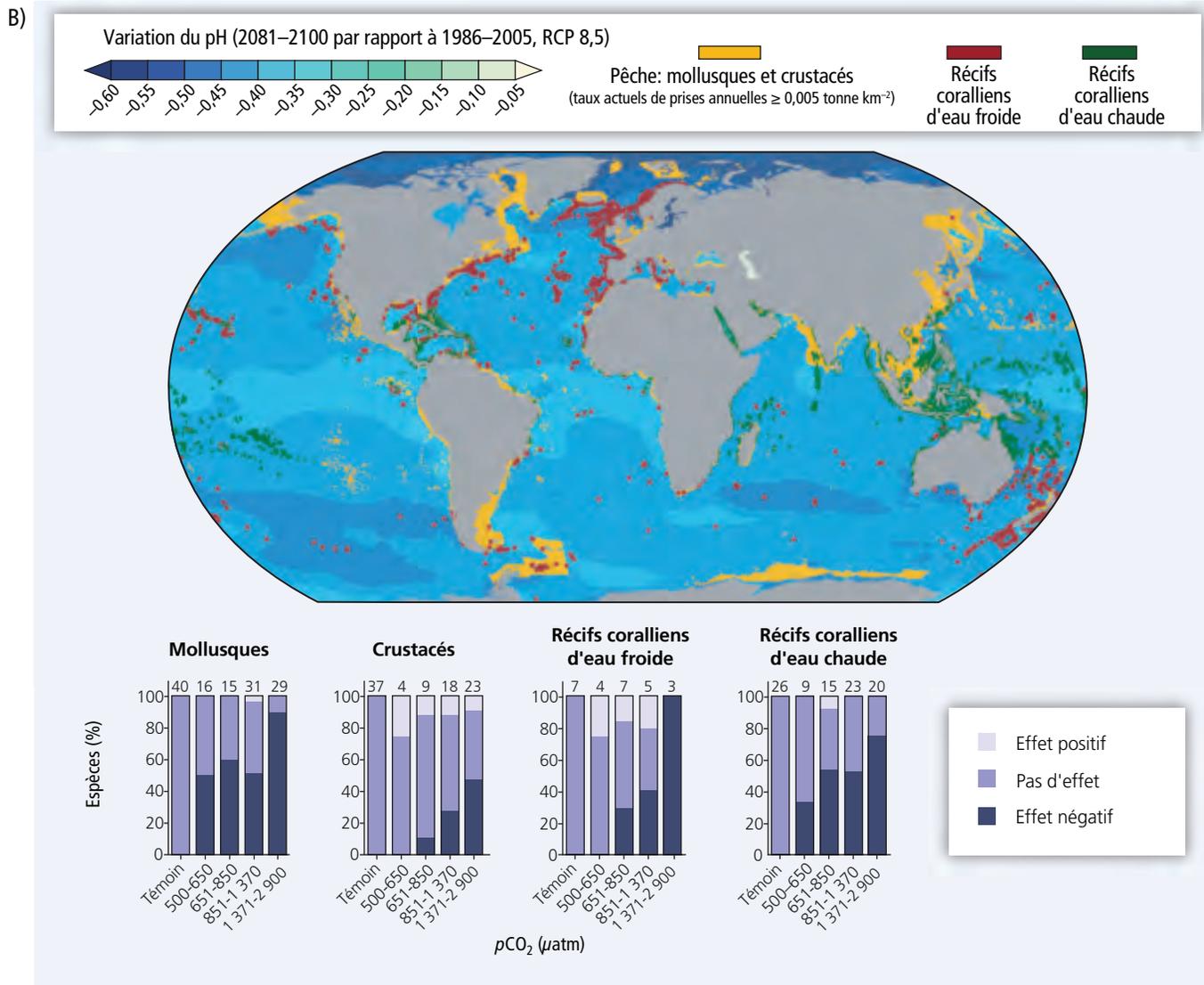
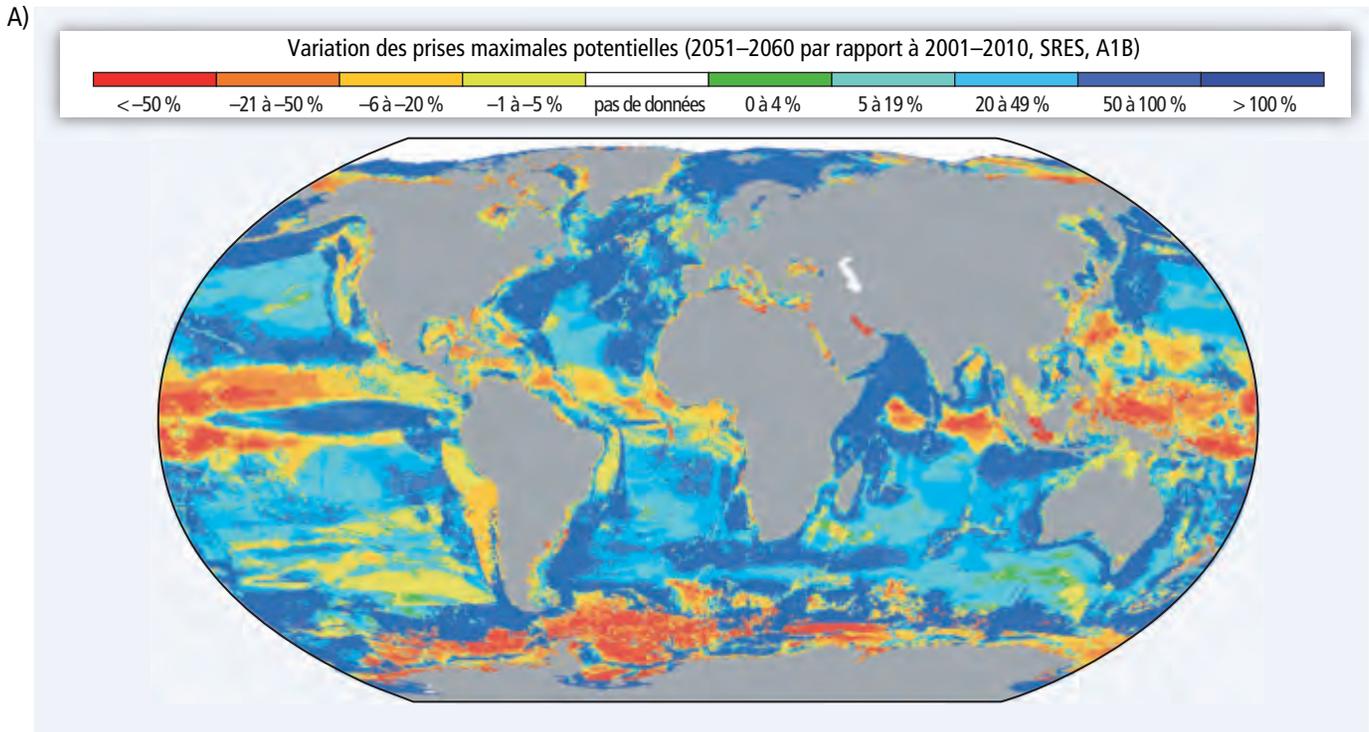




Figure RID.6 | Risques liés au changement climatique pour les pêches. A) Redistribution mondiale projetée des prises maximales potentielles d'environ 1 000 espèces exploitées de poissons et d'invertébrés. Les projections comparent les moyennes décennales 2001–2010 et 2051–2060 en se fondant sur le scénario d'émissions SRES A1B, sans analyse des incidences possibles de la surpêche ni de l'acidification des océans. B) Pêches de mollusques et de crustacés marins (taux estimés actuels de prises annuelles $\geq 0,005$ tonne km^{-2}) et emplacements connus des récifs coralliens d'eau froide et d'eau chaude, représentés sur une carte du monde illustrant la distribution projetée de l'acidification des océans en vertu du scénario RCP 8,5 (variation du pH de 1986–2005 à 2081–2100). [GTI RE5, figure RID.8]. La carte inférieure compare la sensibilité à l'acidification des océans des coraux, des mollusques et des crustacés, embranchements animaux vulnérables et présentant un intérêt socio-économique (par exemple, pour la protection des côtes et les pêches). Le nombre d'espèces analysées dans les diverses études est indiqué pour chaque catégorie de CO_2 élevé. Pour 2100, les scénarios RCP correspondant à chaque catégorie de pression partielle de CO_2 ($p\text{CO}_2$) sont les suivants: RCP 4,5 pour 500–650 μatm (équivalant approximativement aux ppm de l'atmosphère); RCP 6,0 pour 651–850 μatm , et RCP 8,5 pour 851–1 370 μatm . D'ici 2150, le scénario RCP 8,5 correspond à la catégorie 1 371–2 900 μatm . La catégorie témoin correspond à 380 μatm . [6.1, 6.3, 30.5; figures 6–10 et 6–14; GTI RE5, encadré RID.1]

Ecosystèmes terrestres et écosystèmes d'eau douce

Une part importante des espèces terrestres et dulcicoles est exposée à des risques accrus de disparition compte tenu du changement climatique projeté au cours du XXI^e siècle et au-delà, à cause, en particulier, des interactions entre le changement climatique et d'autres facteurs de stress comme la modification de l'habitat, la surexploitation, la pollution et les espèces envahissantes (*degré de confiance élevé*). El Le risque d'extinction est accru dans l'ensemble des scénarios RCP, avec un risque croissant selon l'ampleur et le rythme du changement climatique. Beaucoup d'espèces seront incapables de trouver des conditions climatiques qui leurs sont propices sous les scénarios caractérisés par un rythme modéré à élevé de changement climatique (c'est-à-dire, RCP 4,5, 6,0 et 8,5) au cours du XXI^e siècle (*degré de confiance moyen*). Une évolution moins rapide des conditions climatiques (par exemple, RCP 2,6) posera moins de problèmes (voir figure RID.5). Certaines espèces s'adapteront aux nouveaux climats. Celles qui ne peuvent s'adapter assez rapidement verront leur abondance diminuer, et disparaîtront d'une portion ou de l'ensemble de leur aire de répartition. Des mesures de gestion — par exemple, protection de la diversité génétique, aide à la migration et à la dispersion des espèces, interventions contre les sources de perturbation (incendies, inondations, etc.) et réduction d'autres facteurs de stress — peuvent réduire, sans toutefois les éliminer, les risques d'incidences sur les écosystèmes terrestres et dulcicoles, et renforcer la capacité inhérente des écosystèmes et des espèces qu'ils abritent à s'adapter à l'évolution du climat (*degré de confiance élevé*)⁴⁹.

Pendant le siècle en cours, l'ampleur et le rythme du changement climatique associés aux scénarios à émissions modérées à élevées (RCP 4,5, 6,0 et 8,5) présenteront un risque élevé de bouleversement brutal et irréversible à l'échelle régionale de la composition, la structure et les fonctions des écosystèmes terrestres et dulcicoles, y compris les milieux humides (*degré de confiance moyen*). Le système arctique de la toundra boréale (*degré de confiance moyen*) et la forêt amazonienne (*degré de confiance faible*) sont des exemples de systèmes qui pourraient conduire à une incidence importante sur le climat. Le carbone stocké dans la biosphère terrestre (par exemple, dans les tourbières, le pergélisol et les forêts) risque de s'échapper dans l'atmosphère sous l'effet du changement climatique, du déboisement et de la dégradation des écosystèmes (*degré de confiance élevé*). Au cours du XXI^e siècle, on pourrait assister dans beaucoup de régions à une hausse du taux de mortalité des arbres et au dépérissement terminal des forêts sous l'effet d'une hausse des températures et de la fréquence des sécheresses (*degré de confiance moyen*). Le dépérissement terminal des forêts pose des risques pour le stockage du carbone, la biodiversité, la production de bois, la qualité de l'eau, les aires d'agrément et l'activité économique⁵⁰.

Systèmes côtiers et zones de faible altitude

En raison de l'élévation du niveau des mers projetée pendant toutes la durée du XXI^e siècle et au-delà, les systèmes côtiers et les zones de faible altitude seront de plus en plus exposés à des incidences négatives comme la submersion et l'inondation et l'érosion des côtes (*degré de confiance très élevé*). L'exposition projetée des populations et des biens aux risques côtiers ainsi que les pressions exercées par l'homme sur les écosystèmes côtiers devraient augmenter sensiblement au cours des décennies à venir en raison de la croissance démographique, du développement économique et de l'urbanisation (*degré de confiance élevé*). Les coûts relatifs de l'adaptation des zones côtières au cours du XXI^e siècle sont extrêmement variables entre les régions et les pays et au sein de ceux-ci. Certains pays en développement et petits États insulaires de faible altitude devraient faire face à des incidences très importantes qui, dans certains cas, pourraient engendrer des coûts liés aux dommages et à l'adaptation correspondant à plusieurs points de pourcentage du PIB⁵¹.

Systèmes marins

En raison du changement climatique projeté d'ici le milieu du XXI^e siècle et au-delà, la redistribution des espèces marines à l'échelle mondiale et la réduction de la biodiversité marine dans les régions sensibles auront une incidence sur la pérennité de la productivité de la pêche et d'autres services écosystémiques (*degré de confiance élevé*). Les migrations des espèces marines provoquées par le réchauffement projeté entraîneront des invasions aux hautes latitudes et des taux locaux élevés d'extinction sous les tropiques et dans les mers semi-fermées (*degré de confiance moyen*). La richesse des espèces et le potentiel de prises des pêcheurs devraient augmenter, en moyenne, aux latitudes moyennes et

⁴⁹ 4.3-4, 25.6, 26.4; encart ET-RE

⁵⁰ 4.2-3; figure 4-8; encadrés 4-2, 4-3 et 4-4

⁵¹ 5.3-5, 8.2, 22.3, 24.4, 25.6, 26.3, 26.8; tableau 26-1; encadré 25-1

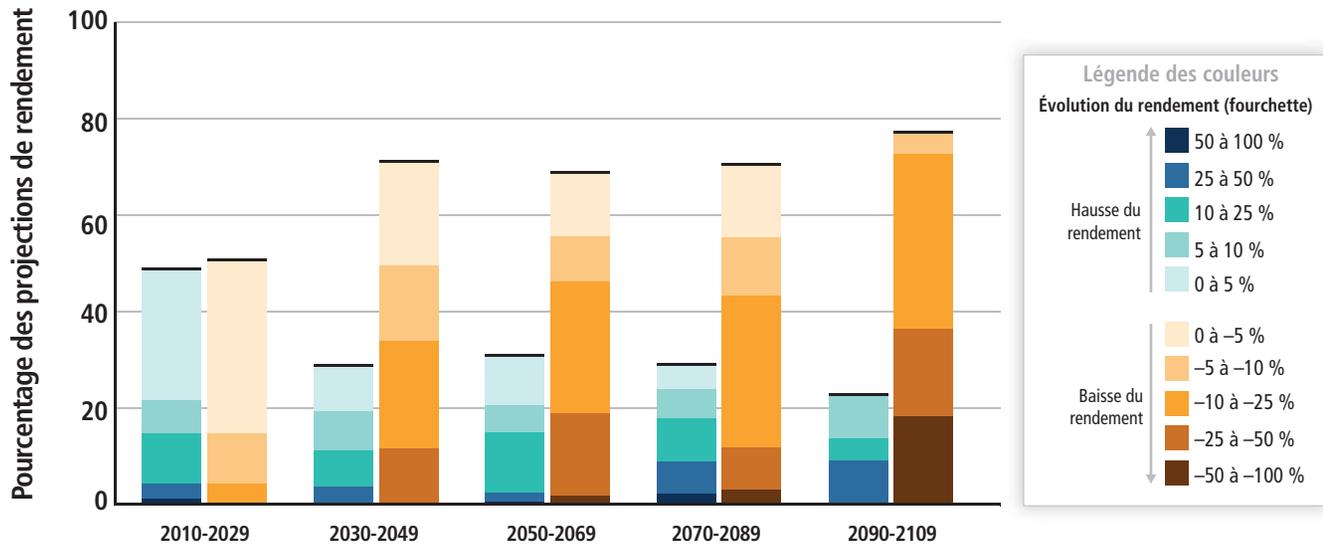


Figure RID.7 | Résumé des changements projetés du rendement des cultures dus au changement climatique au cours du XXI^e siècle. Le graphique présente des projections correspondant à différents scénarios d'émissions, pour les régions tropicales et tempérées, et pour des cas combinés d'adaptation et de non-adaptation. Relativement peu d'études ont pris en compte les incidences sur les systèmes de culture de scénarios où les températures moyennes globales augmentent de 4 °C ou plus. Les données (n = 1 090) sont présentées en abscisse en cinq périodes de 20 ans incluant le point médian de chaque future période de projection. Les variations du rendement des cultures sont établies par rapport aux niveaux correspondant à la fin du XX^e siècle. La somme des données correspondant à chaque période est de 100 %. [Figure 7–5]

hautes (*degré de confiance élevé*), et diminuer sous les tropiques (*degré de confiance moyen*) (Voir figure RID.6A). L'expansion progressive des zones de minimum d'oxygène et des « zones mortes » anoxiques devrait réduire encore l'habitat propice aux poissons. La production primaire nette en haute mer devrait subir une redistribution et, d'ici 2100, diminuer mondialement en vertu de tous les scénarios RCP. Le changement climatique s'ajoute aux menaces que représentent la surpêche et d'autres facteurs de stress non climatiques, compliquant ainsi les régimes de gestion maritime (*degré de confiance élevé*)⁵².

Selon les scénarios d'émissions moyennes à élevées (RCP 4,5, 6,0 et 8,5), l'acidification des océans présente des risques importants pour les écosystèmes marins, et en particulier pour les écosystèmes polaires et coralliens, à cause de ses effets sur la physiologie, le comportement et la dynamique des populations des diverses espèces allant du phytoplancton jusqu'aux animaux (*degré de confiance moyen à élevé*). Les mollusques fortement calcifiés, les échinodermes et les coraux constructeurs de récifs sont plus sensibles que les crustacés (*degré de confiance élevé*) et les poissons (*degré de confiance faible*), et cette sensibilité pourrait avoir des conséquences néfastes sur la pêche et les moyens de subsistance (Voir figure RID.6B). L'acidification des océans interagit avec d'autres changements globaux (par exemple, réchauffement, baisse des concentrations d'oxygène) et locaux (par exemple, pollution, eutrophisation) (*degré de confiance élevé*). L'effet conjugué de facteurs tels que le réchauffement planétaire et l'acidification des océans peut conduire à des incidences complexes et amplifiées sur les espèces et les écosystèmes⁵³.

Sécurité alimentaire et systèmes de production alimentaire

S'agissant des principales cultures (blé, riz et maïs) des régions tropicales et tempérées, le changement climatique, à défaut d'une adaptation, devrait avoir une incidence négative sur la production en cas de hausses locales de la température moyenne de 2 °C ou plus par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, bien que certaines zones particulières risquent d'être favorisées (*degré de confiance moyen*). Les incidences projetées varient selon le type de culture, la région et le scénario d'adaptation, et environ 10 % des projections correspondant à la période 2030–2049 laissent conclure à des hausses des rendements supérieures à 10 %, tandis qu'environ 10 % des projections laissent conclure à des baisses de rendement de plus de 25 % par rapport à ce que l'on observait à la fin du XX^e siècle. Au-delà de 2050, le risque d'incidences plus fortes sur le rendement augmente et dépend du niveau de réchauffement (voir figure RID.7). Le réchauffement climatique devrait entraîner une hausse graduelle de la variabilité interannuelle des rendements des récoltes dans plusieurs régions. Ces incidences projetées s'inscriront dans un contexte de hausse rapide de la demande de produits agricoles⁵⁴.

⁵² 6.3-5, 7.4, 25.6, 28.3, 30.6-7; encarts ET-BM et ET-PP

⁵³ 5.4, 6.3-5, 22.3, 25.6, 28.3, 30.5; encarts ET-RC et ET-AO et encadré RT.7

⁵⁴ 7.4-5, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5; tableau 7-2; figures 7-4, 7-5, 7-6, 7-7 et 7-8

Le changement climatique risque d'influer sur l'ensemble des aspects de la sécurité alimentaire, y compris l'accès aux aliments, leur utilisation et la stabilité des prix (*degré de confiance élevé*). La redistribution du potentiel de prises de la pêche en mer au profit des hautes latitudes pose un risque de réduction des approvisionnements, des revenus et des emplois dans les pays tropicaux, avec leurs possibles conséquences sur la sécurité alimentaire (*degré de confiance moyen*). Des hausses de la température globale moyenne d'environ 4 °C ou plus par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, combinées à une hausse de la demande d'aliments, engendreraient des risques considérables pour la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale et régionale (*degré de confiance élevé*). Les risques pour la sécurité alimentaire sont en général plus importants aux basses latitudes⁵⁵.

Zones urbaines

Nombre des risques que pose le changement climatique à l'échelle mondiale se concentrent dans les zones urbaines (*degré de confiance moyen*). **Les mesures mises en œuvre pour renforcer la capacité d'adaptation et favoriser le développement durable peuvent accélérer l'adaptation réussie au changement climatique à l'échelle du globe.** Le stress thermique, les précipitations extrêmes, les inondations sur les côtes et à l'intérieur des terres, les glissements de terrain, la pollution atmosphérique, les sécheresses et les pénuries d'eau posent des risques dans les zones urbaines pour les personnes, les biens, les économies et les écosystèmes (*degré de confiance très élevé*). Ces risques sont amplifiés pour ceux qui sont privés des infrastructures et services essentiels ou qui vivent dans des habitations de piètre qualité ou dans des zones exposées. En comblant les déficits en services de base, en améliorant les logements et en construisant des infrastructures mieux adaptées, on pourrait réduire sensiblement la vulnérabilité et l'exposition dans les zones urbaines. L'adaptation en milieu urbain peut tirer parti d'une gouvernance efficace appliquée à de multiples niveaux, de l'harmonisation des politiques et des mesures incitatives, d'un renforcement des capacités d'adaptation des administrations locales et des collectivités, des synergies avec le secteur privé, ainsi que de financements et d'institutions appropriés (*degré de confiance moyen*). Le renforcement des moyens, du poids et de l'influence des groupes à faible revenu et des collectivités vulnérables et de leurs partenariats avec les autorités locales sont également propices à l'adaptation⁵⁶.

Zones rurales

Le changement climatique pourrait avoir des incidences importantes, à court et à long terme, dans les zones rurales en influant sur la disponibilité et l'approvisionnement en eau, sur la sécurité alimentaire et sur les revenus agricoles, notamment en provoquant des déplacements des zones de production de cultures vivrières ou non à travers le monde (*degré de confiance élevé*). Ces incidences devraient peser de manière inégale sur le bien-être des pauvres des zones rurales, par exemple les familles monoparentales dirigées par des femmes et ceux qui n'ont qu'un accès limité à la terre, aux facteurs modernes de production agricole, aux infrastructures et à l'éducation. De nouvelles mesures d'adaptation pour l'agriculture, l'eau, la foresterie et la biodiversité peuvent être mises en place grâce à des politiques prenant en compte les contextes ruraux de prise de décisions. La réforme du commerce et des investissements peut améliorer l'accès au marché des petites exploitations agricoles (*degré de confiance moyen*)⁵⁷.

Secteurs économiques et services principaux

Dans la plupart des secteurs économiques, les incidences de facteurs tels que l'évolution démographique, la pyramide des âges, les revenus, la technologie, les prix relatifs, les modes de vie, la réglementation et la gouvernance devraient être importantes comparativement à celles du changement climatique (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Le changement climatique devrait réduire la demande d'énergie pour le chauffage, et l'augmenter pour la climatisation dans les secteurs résidentiels et commerciaux (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Il devrait en outre avoir sur les sources d'énergie et les technologies énergétiques une incidence qui variera en fonction des ressources (débit d'eau, vent, ensoleillement, etc.), des processus technologiques (climatisation, etc.) ou de l'endroit (régions côtières, plaines inondables, etc.). Des phénomènes météorologiques extrêmes ou d'autres types d'aléas plus fréquents ou plus graves devraient accroître les pertes et leur variabilité dans diverses régions, et présenter un défi supplémentaire pour les régimes d'assurance contraints de proposer une couverture abordable tout en augmentant le ratio des fonds propres pondérés en fonction des risques, en particulier dans les pays en développement. Les initiatives public-privé de réduction des risques et de diversification à grande échelle constituent des exemples d'actions d'adaptation⁵⁸.

Les incidences économiques du changement climatique à l'échelle mondiale sont difficiles à estimer. Les estimations économiques réalisées au cours des 20 dernières années varient selon le degré de couverture des sous-ensembles de secteurs économiques, reposent sur un grand nombre d'hypothèses, dont beaucoup sont contestables, et ne tiennent souvent pas compte des changements catastrophiques, des points de basculement et

⁵⁵ 6.3-5, 7.4-5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5; tableau 7-3; figures 7-1, 7-4 et 7-7; encadré 7-1

⁵⁶ 3.5, 8.2-4, 22.3, 24.4-5, 26.8; tableau 8-2; encadré 25-9 et encart ET-ST

⁵⁷ 9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4; encadré 25-5

⁵⁸ 3.5, 10.2, 10.7, 10.10, 17.4-5, 25.7, 26.7-9; encadré 25-7

de nombreux autres facteurs⁵⁹. Ces limitations étant reconnues, les estimations incomplètes des pertes économiques annuelles globales correspondant à un réchauffement supplémentaire d'environ 2 °C varient entre 0,2 et 2,0 % du revenu (± 1 écart type par rapport à la moyenne) (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Il est *plus probable qu'improbable* que les pertes soient supérieures, plutôt qu'inférieures, à cette fourchette (*éléments limités, degré de cohérence élevé*). De plus, il existe de grandes différences entre les pays et à l'intérieur de chacun d'eux. Les pertes s'accroissent lorsque le réchauffement est plus important (*éléments limités, degré de cohérence élevé*), mais peu d'estimations quantitatives ont été menées pour un réchauffement supplémentaire de 3 °C ou plus. Les estimations de l'impact économique différentiel des émissions de dioxyde de carbone se situent entre quelques dollars et plusieurs centaines de dollars par tonne de carbone⁶⁰ (*éléments robustes, degré de cohérence moyen*). Elles varient considérablement selon la fonction de dommage climatique et le taux d'actualisation pris en compte⁶¹.

Santé humaine

Jusqu'au milieu du siècle, le changement climatique influera sur la santé humaine principalement en exacerbant les problèmes de santé existants (*degré de confiance très élevé*). Pendant toute la durée du XXI^e siècle, il devrait provoquer une détérioration de l'état de santé dans de nombreuses régions, et en particulier dans les pays en développement à faible revenu, comparativement à une situation de référence sans changement climatique (*degré de confiance élevé*). On citera à titre d'exemple une probabilité accrue de blessures, de maladies et de décès dus à des vagues de chaleur plus intenses et à des incendies (*degré de confiance très élevé*); une probabilité accrue de sous-alimentation découlant d'une baisse de la production alimentaire dans les régions pauvres (*degré de confiance élevé*); des risques découlant de la perte de la capacité de travail et d'une productivité réduite de la main-d'œuvre au sein des populations vulnérables; des risques accrus de maladies d'origine alimentaire ou hydrique (*degré de confiance très élevé*) et de maladies à transmission vectorielle (*degré de confiance moyen*). On anticipe certains effets positifs comme une réduction modeste de la mortalité et de la morbidité dues au froid dans certaines régions en raison d'une diminution de la fréquence des épisodes de froid intense (*degré de confiance faible*), des déplacements géographiques de cultures vivrières (*degré de confiance moyen*) et d'une réduction de l'aptitude des vecteurs à transmettre certaines maladies. Cependant, à l'échelle mondiale, au cours du XXI^e siècle, l'ampleur et la gravité des incidences négatives devraient surpasser de plus en plus celles des incidences positives (*degré de confiance élevé*). Les mesures les plus efficaces de réduction de la vulnérabilité à court terme dans le domaine de la santé sont des programmes qui mettent en œuvre et améliorent les mesures de santé publique de base — par exemple, la distribution d'eau potable et la mise en place de systèmes d'assainissement —, qui assurent les soins de santé essentiels, y compris la vaccination et les services de santé infantile, qui améliorent les capacités de préparation et de réaction en cas de catastrophe et qui luttent contre la pauvreté (*degré de confiance très élevé*). D'ici 2100, selon le scénario à émissions élevées RCP 8,5, la combinaison de conditions de température et d'humidité élevées dans certaines régions au cours de certaines parties de l'année devraient entraver les activités humaines normales, notamment l'agriculture ou le travail à l'extérieur (*degré de confiance élevé*)⁶².

Sécurité humaine

Au cours du XXI^e siècle, le changement climatique devrait provoquer une augmentation des déplacements de populations (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Les risques liés aux déplacements augmentent lorsque les populations privées des ressources requises pour assurer une migration planifiée se retrouvent plus exposées aux phénomènes météorologiques extrêmes, tant dans les régions rurales qu'urbaines, en particulier dans les pays en développement à faible revenu. Un accroissement de la mobilité des populations peut réduire la vulnérabilité de ces dernières. Les changements apportés à la structure des mouvements migratoires peuvent aider les populations à échapper aux effets des phénomènes météorologiques extrêmes et de la variabilité et du changement climatiques à plus long terme; les migrations peuvent aussi représenter une stratégie d'adaptation efficace. Les projections quantitatives de l'évolution de la mobilité sont assorties d'un *faible degré de confiance* en raison de la nature complexe et des causes multiples du phénomène⁶³.

Le changement climatique peut accroître indirectement les risques de conflits violents — guerre civile, violences interethniques — en exacerbant les sources connues de conflits que sont la pauvreté et les chocs économiques (*degré de confiance moyen*). De multiples sources de données permettent de lier la variabilité du climat à ces formes de conflits⁶⁴.

Les incidences du changement climatique sur les infrastructures essentielles et sur l'intégrité territoriale de plusieurs États devraient influencer sur les politiques de sécurité nationale de ces États (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Par exemple, les inondations dues à l'élévation du niveau des mers menacent l'intégrité territoriale des petits États insulaires et des États dotés d'un long trait de côte. Certaines incidences transfrontalières du changement climatique — par exemple la fonte des glaces de mer et les changements touchant les ressources hydriques partagées et les stocks de poissons pélagiques — risquent d'accroître la rivalité entre les États. Cependant, l'existence de solides institutions nationales et intergouvernementales peut favoriser la coopération et faciliter la gestion de nombre de ces rivalités⁶⁵.

⁵⁹ Les estimations des pertes dues aux catastrophes se situent à la limite inférieure car il est difficile de chiffrer, d'assortir d'une valeur monétaire et, par conséquent, de prendre en compte de nombreux impacts tels la perte de vies humaines, de patrimoine culturel ou de services procurés par les écosystèmes. Les répercussions sur l'économie parallèle ou souterraine et les effets économiques indirects sont considérables à certains endroits et dans certains secteurs, mais ils sont rarement inclus dans les estimations officielles. [SREX 4.5]

⁶⁰ 1 tonne de carbone = 3,667 tonnes de CO₂

⁶¹ 10,9

⁶² 8.2, 11.3-8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6; figure 25-5; écart ET-ST

⁶³ 9.3, 12.4, 19.4, 22.3, 25.9

⁶⁴ 12.5, 13.2, 19.4

⁶⁵ 12.5-6, 23.9, 25.9

Encadré d'évaluation RID.2 | Principaux risques régionaux

Le tableau 1 du présent encadré (voir ci-après) décrit plusieurs des risques principaux propres aux diverses régions du monde. Ces risques ont été définis sur la base d'une évaluation de la documentation scientifique, technique et socio-économique pertinente examinée en détails dans les sections des chapitres indiquées en référence. 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.

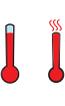
Dans chaque cas, le degré de risque a été évalué en fonction de trois horizons temporels. Pour le moment présent, les niveaux de risque ont été estimés en tenant compte de l'adaptation actuelle et d'un hypothétique état d'adaptation optimale, en cherchant à déterminer les déficits d'adaptation existants. Pour les deux horizons éloignés, les niveaux de risque ont été estimés en posant l'hypothèse d'une poursuite de l'adaptation en cours ou d'un état hautement adapté représentant le potentiel d'adaptation et ses limites. Les niveaux de risque intègrent les probabilités et les conséquences sur l'éventail le plus large possible des résultats envisageables compte tenu des données disponibles dans la documentation spécialisée. Ces résultats possibles découlent des interactions entre les dangers associés aux phénomènes climatiques, la vulnérabilité et le degré d'exposition. Chaque niveau de risque reflète le risque total résultant des facteurs climatiques et non climatiques. Les risques principaux et les niveaux de risques varient selon les régions ainsi qu'au fil du temps, compte tenu de différentes trajectoires de développement socioéconomique, de la vulnérabilité et du degré d'exposition aux dangers, de la capacité d'adaptation et de la perception du risque. Les niveaux de risque ne sont pas nécessairement comparables, notamment d'une région à l'autre, car l'évaluation prend en compte les incidences possibles et l'adaptation au sein de différents systèmes physiques, biologiques ou humains et dans des contextes variés. La présente évaluation des risques reconnaît l'importance des différences de valeurs et d'objectifs dans l'interprétation des niveaux de risque évalués.

Encadré d'évaluation RID.2 – Tableau 1 | Principaux risques régionaux induits par le changement climatique et perspectives de réduction de ces risques par le biais de mesures d'adaptation et d'atténuation. On indique pour chaque risque le degré de gravité — de très faible à très élevé — pour trois horizons temporels — moment présent, court terme (évalué sur la période 2030–2040) et long terme (évalué sur la période 2080–2100). À court terme, les degrés projetés d'augmentation de la température moyenne globale 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 d'augmentation de la température moyenne globale (hausse de 2 ou de 4 °C par rapport aux niveaux préindustriels). Ces scénarios servent à illustrer le rôle possible des mesures d'atténuation et d'adaptation dans la réduction des risques liés au changement climatique. Les divers facteurs climatiques à l'origine des incidences sont identifiés par des icônes.

Facteurs déterminants des incidences liées au climat						Degré de risque et possibilités d'adaptation																																										
Tendance au réchauffement	Température extrême	Tendance à l'assèchement	Précipitations extrêmes	Précipitations	Enneigement	Cyclones destructeurs	Niveau de la mer	Acidification des océans	Fertilisation par le dioxyde de carbone	Possibilités supplémentaires d'adaptation pour réduire le risque																																						
Afrique																																																
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation				Facteurs climatiques		Échéancier		Risques et possibilités d'adaptation																																							
<p>Aggravation des pressions exercées sur les ressources hydriques déjà lourdement sollicitées par la surexploitation et la dégradation, et qui feront face à l'avenir à une demande accrue. Stress dû à la sécheresse exacerbé dans les régions africaines déjà exposées à ce fléau (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[22.3–4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des facteurs de perturbation non climatiques des ressources hydriques • Renforcement des capacités institutionnelles pour la gestion de la demande, évaluation des ressources en eau souterraine, planification intégrée de l'eau et des eaux usées, et gouvernance intégrée des terres et de l'eau • Développement urbain durable 						<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme (2080–2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>			Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme (2080–2100)	2°C			4°C			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme (2080–2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>			Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme (2080–2100)	2°C			4°C		
	Très faibles	Modérés	Très élevés																																													
Moment présent																																																
Court terme (2030–2040)																																																
Long terme (2080–2100)	2°C																																															
	4°C																																															
	Très faibles	Modérés	Très élevés																																													
Moment présent																																																
Court terme (2030–2040)																																																
Long terme (2080–2100)	2°C																																															
	4°C																																															
<p>Baisse de la productivité des cultures due à la chaleur et à la sécheresse — dont les conséquences sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire des pays, des régions et des ménages pourraient être graves — ainsi qu'aux dommages causés par les ravageurs, les maladies et les inondations sur l'infrastructure des systèmes alimentaires (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[22.3–4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptations technologiques (variétés végétales tolérantes au stress, irrigation, systèmes d'observation perfectionnés, etc.) • Amélioration de l'accès des petits producteurs au crédit et à d'autres facteurs de production essentiels; diversification des modes de subsistance • Renforcement des institutions à l'échelle locale, nationale et régionale pour appuyer l'agriculture (y compris par l'établissement de systèmes d'alerte précoce) et politiques favorables à l'égalité des sexes • Adaptations agronomiques (agroforesterie, agriculture de conservation) 						<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme (2080–2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>			Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme (2080–2100)	2°C			4°C			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme (2080–2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>			Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme (2080–2100)	2°C			4°C		
	Très faibles	Modérés	Très élevés																																													
Moment présent																																																
Court terme (2030–2040)																																																
Long terme (2080–2100)	2°C																																															
	4°C																																															
	Très faibles	Modérés	Très élevés																																													
Moment présent																																																
Court terme (2030–2040)																																																
Long terme (2080–2100)	2°C																																															
	4°C																																															
<p>Variations de l'incidence et de l'extension géographique des maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique dues à l'évolution des températures et des précipitations moyennes et de leur variabilité, en particulier aux limites de leurs aires de répartition (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[22.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des objectifs de développement, et notamment amélioration de l'accès à l'eau potable et des systèmes d'assainissement, et renforcement des fonctions liées à la santé publique telles que la surveillance • Cartographie de la vulnérabilité et systèmes d'alerte précoce • Coordination intersectorielle • Développement urbain durable 						<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme (2080–2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>			Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme (2080–2100)	2°C			4°C			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme (2080–2100)</td> <td>2°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>			Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme (2080–2100)	2°C			4°C		
	Très faibles	Modérés	Très élevés																																													
Moment présent																																																
Court terme (2030–2040)																																																
Long terme (2080–2100)	2°C																																															
	4°C																																															
	Très faibles	Modérés	Très élevés																																													
Moment présent																																																
Court terme (2030–2040)																																																
Long terme (2080–2100)	2°C																																															
	4°C																																															

Suite à la page suivante →

Encadré d'évaluation RID.2 – Tableau 1 (suite)

Europe																								
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																				
<p>Augmentation des pertes économiques et des incidences sur les populations dues aux inondations dans les bassins hydrographiques et le long des côtes, aggravée par l'urbanisation, l'élévation du niveau de la mer, l'érosion des côtes et l'augmentation du débit des cours d'eau (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[23.2–3, 23.7]</p>	<p>L'adaptation peut permettre d'éviter la plupart des dommages anticipés (<i>degré de confiance élevé</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expérience importante acquise en matière de technologies robustes de protection contre les crues et de restauration des milieux humides • Coûts élevés des mesures renforcées de protection contre les crues • Obstacles possibles à la mise en œuvre: demande de terres en Europe et préoccupations liées à l'environnement et au paysage 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres orange]			Court terme (2030–2040)	[Barres orange]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]			4°C	[Barres orange]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barres orange]																							
Court terme (2030–2040)	[Barres orange]																							
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]																							
4°C	[Barres orange]																							
<p>Renforcement des restrictions visant l'utilisation de l'eau. Réduction sensible de la disponibilité de l'eau provenant des cours d'eau et de la nappe phréatique, combinée à une augmentation de la demande (pour l'irrigation, l'énergie et l'industrie, l'usage domestique, etc.) et à une réduction du drainage et du ruissellement due à une évaporation accélérée, en particulier dans le sud de l'Europe (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[23.4, 23.7]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilités reconnues d'adaptation fondées sur l'adoption de technologies plus efficaces de gestion de l'eau et d'économie de la ressource (irrigation, espèces végétales, couverture des sols, industries, usages domestiques, etc.) • Mise en œuvre de pratiques optimales et de mesures de bonne gouvernance dans le cadre des plans de gestion des bassins versants et de gestion intégrée de l'eau 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres orange]			Court terme (2030–2040)	[Barres orange]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]			4°C	[Barres orange]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barres orange]																							
Court terme (2030–2040)	[Barres orange]																							
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]																							
4°C	[Barres orange]																							
<p>Augmentation des pertes économiques et des incidences sur les populations dues aux vagues de chaleur extrême: incidences sur la santé et le bien-être, sur la productivité du travail, sur la production agricole et sur la qualité de l'air, et risque accru feux incontrôlés dans le sud de l'Europe et dans la région boréale russe (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[23.3–7; tableau 23–1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de systèmes d'alerte • Adaptation des habitations, des lieux de travail, des infrastructures de transport et de l'infrastructure énergétique • Réduction des émissions pour améliorer la qualité de l'air • Amélioration de la gestion des feux incontrôlés • Mise au point de produits d'assurance contre les variations du rendement dues aux conditions météorologiques 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres orange]			Court terme (2030–2040)	[Barres orange]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]			4°C	[Barres orange]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barres orange]																							
Court terme (2030–2040)	[Barres orange]																							
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]																							
4°C	[Barres orange]																							
Asie																								
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																				
<p>Aggravation des crues des cours d'eau et des inondations des côtes et des zones urbaines causant de lourds dommages aux infrastructures, aux moyens de subsistance et aux établissements humains en Asie (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'exposition à l'aide de mesures structurelles ou non, d'une planification efficace de l'utilisation des terres et de mesures de relocalisation sélective • Réduction de la vulnérabilité des infrastructures et services essentiels (eau, énergie, gestion des déchets, aliments, biomasse, mobilité, écosystèmes locaux, télécommunications, etc.) • Construction de systèmes de surveillance et d'alerte précoce; mesures d'identification des zones exposées, aide prodiguée aux régions et aux ménage vulnérables et diversification des moyens de subsistance • Diversification économique 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres orange]			Court terme (2030–2040)	[Barres orange]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]			4°C	[Barres orange]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barres orange]																							
Court terme (2030–2040)	[Barres orange]																							
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]																							
4°C	[Barres orange]																							
<p>Risque accru de mortalité liée à la chaleur (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'avis de vague de chaleur et de veille sanitaire • Planification urbaine pour réduire les îlots de chaleur; amélioration de l'environnement bâti; construction de villes durables • Nouvelles pratiques de travail visant à éviter le stress thermique chez les personnes travaillant à l'extérieur 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres orange]			Court terme (2030–2040)	[Barres orange]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]			4°C	[Barres orange]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barres orange]																							
Court terme (2030–2040)	[Barres orange]																							
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]																							
4°C	[Barres orange]																							
<p>Risque accru de pénuries d'eau et d'aliments liées à la sécheresse et provoquant la malnutrition (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation aux catastrophes, y compris systèmes d'alerte précoce et stratégies locales d'adaptation • Gestion adaptative/intégrée des ressources hydriques • Construction d'infrastructures relatives à l'eau et de réservoirs • Diversification des sources d'eau, y compris recyclage des eaux usées • Utilisation plus efficace de l'eau (pratiques agricoles améliorées, gestion de l'irrigation et systèmes agricoles adaptés, etc.) 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barres orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres orange]			Court terme (2030–2040)	[Barres orange]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]			4°C	[Barres orange]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barres orange]																							
Court terme (2030–2040)	[Barres orange]																							
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres orange]																							
4°C	[Barres orange]																							

Suite à la page suivante →

Encadré d'évaluation RID.2, tableau 1 (suite)

Australasie																								
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																				
<p>Variations sensibles de la composition et de la structure des récifs coralliens en Australie (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[25.6, 30.5; encarts ET-RC et ET-AO]</p>	<ul style="list-style-type: none"> L'aptitude des coraux à s'adapter naturellement semble limitée et insuffisante pour faire face aux effets délétères de la hausse des températures et de l'acidification. Les autres solutions consistent principalement à réduire les autres sources de stress (qualité de l'eau, tourisme, pêche) et à mettre en place des systèmes d'alerte précoce. Des interventions directes telles que la colonisation assistée et la création d'ombrages ont été proposées mais n'ont toujours pas été testées à grande échelle. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre à 25%]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre à 40%]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre à 60%]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre à 80%]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barre à 25%]			Court terme (2030-2040)	[Barre à 40%]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 60%]			4°C	[Barre à 80%]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre à 25%]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre à 40%]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 60%]																							
4°C	[Barre à 80%]																							
<p>Multiplication et aggravation des dommages causés par les inondations aux infrastructures et aux établissements humains en Australie et en Nouvelle-Zélande (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[Tableau 25-1; encadrés 25-8 et 25-9]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Déficit sensible d'adaptation aux risques actuels d'inondation dans certaines régions. Les mesures efficaces d'adaptation comprennent la régulation de l'utilisation des terres et la relocalisation, ainsi que la protection contre les risques et l'adaptation à ces derniers afin d'assurer plus de souplesse. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre à 30%]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre à 50%]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre à 70%]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre à 90%]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barre à 30%]			Court terme (2030-2040)	[Barre à 50%]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 70%]			4°C	[Barre à 90%]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre à 30%]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre à 50%]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 70%]																							
4°C	[Barre à 90%]																							
<p>Risques accrus pour les infrastructures côtières et les écosystèmes de faible altitude en Australie et en Nouvelle-Zélande, et dommages généralisés dans le cas des scénarios d'élévation du niveau de la mer les plus graves (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[25.6, 25.10; encadré 25-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Déficit d'adaptation aux risques actuels d'érosion côtière et d'inondation à certains endroits. Les cycles successifs de construction et de protection font obstacle aux mesures d'amélioration de l'adaptabilité. Les mesures efficaces d'adaptation comprennent la régulation de l'utilisation des terres et la relocalisation, ainsi que la protection contre les risques et l'adaptation à ces derniers. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre à 10%]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre à 25%]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre à 45%]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre à 65%]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barre à 10%]			Court terme (2030-2040)	[Barre à 25%]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 45%]			4°C	[Barre à 65%]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre à 10%]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre à 25%]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 45%]																							
4°C	[Barre à 65%]																							
Amérique du Nord																								
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																				
<p>Perte de l'intégrité des écosystèmes due aux feux incontrôlés, destruction de la propriété, morbidité et mortalité humaines découlant d'une tendance accrue à l'assèchement et à la hausse des températures (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[26.4, 26.8; encadré 26-2]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Certains écosystèmes sont mieux adaptés aux incendies que d'autres. Les gestionnaires forestiers et les planificateurs urbains font de plus en plus appel à des mesures de protection contre les incendies (brûlage dirigé, introduction d'espèces végétales résistantes, etc.). Les capacités institutionnelles d'aide à l'adaptation des écosystèmes sont limitées. L'adaptation des établissements humains est entravée par l'expansion rapide de la propriété privée dans les zones à haut risque et par les capacités limitées d'adaptation à l'échelle des ménages. L'agroforesterie peut constituer une stratégie de recharge efficace à la culture sur brûlis pratiquée au Mexique. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre à 40%]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre à 60%]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre à 80%]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre à 95%]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barre à 40%]			Court terme (2030-2040)	[Barre à 60%]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 80%]			4°C	[Barre à 95%]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre à 40%]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre à 60%]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 80%]																							
4°C	[Barre à 95%]																							
<p>Mortalité humaine liée à la chaleur (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[26.6, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> La climatisation des bâtiments résidentiels peut réduire les risques. Toutefois, la disponibilité et l'utilisation des systèmes de climatisation sont très variables, et ces systèmes sont exposés aux pannes de courant. Les populations vulnérables comprennent les athlètes et les personnes qui travaillent à l'extérieur et qui ne peuvent donc avoir recours à la climatisation. Les mesures d'adaptation à l'échelle des collectivités et des ménages — soutien familial, systèmes d'alerte précoce, centres de refroidissement, reverdissement, surfaces à albédo élevé, etc. — peuvent réduire l'exposition aux conditions de chaleur extrême. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre à 30%]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre à 50%]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre à 70%]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre à 90%]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barre à 30%]			Court terme (2030-2040)	[Barre à 50%]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 70%]			4°C	[Barre à 90%]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre à 30%]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre à 50%]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 70%]																							
4°C	[Barre à 90%]																							
<p>Crues en milieu urbain près des cours d'eau et sur les côtes provoquant des dommages à la propriété et aux infrastructures; perturbations de la chaîne d'approvisionnement, des écosystèmes et des systèmes sociaux; incidences sur la santé publique et dégradation de la qualité de l'eau dues à l'élévation du niveau de la mer, aux précipitations extrêmes et aux cyclones (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[26.2-4, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> La gestion du drainage urbain est une activité coûteuse et une source de perturbations. Les stratégies quasi sans regret qui présentent des avantages connexes comprennent l'aménagement de surfaces plus perméables qui favorisent la recharge de la nappe souterraine, les infrastructures vertes et les toitures-jardins. L'élévation du niveau de la mer se répercute sur les effluents côtiers et entrave le drainage des terres. Dans de nombreux cas, les normes de gestion des eaux de pluie ont besoin d'être mises à jour pour tenir compte des conditions climatiques actuelles. La conservation des milieux humides, y compris les mangroves, et les stratégies de planification de l'utilisation des terres peuvent réduire l'intensité des crues. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre à 35%]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre à 55%]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre à 75%]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre à 95%]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barre à 35%]			Court terme (2030-2040)	[Barre à 55%]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 75%]			4°C	[Barre à 95%]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre à 35%]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre à 55%]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre à 75%]																							
4°C	[Barre à 95%]																							

Suite à la page suivante →

Encadré d'évaluation RID.2, tableau 1 (suite)

Amérique centrale et Amérique du Sud				
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation
<p>Disponibilité de l'eau dans les régions semi-arides et celles qui dépendent de la fonte des glaciers, ainsi qu'en Amérique centrale; inondations et glissements de terrain dus aux précipitations extrêmes dans les zones urbaines et rurales (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gestion intégrée des ressources en eau Gestion des crues en zones urbaines et rurales (y compris les infrastructures); systèmes d'alerte précoce; meilleures prévisions des conditions météorologiques et de l'écoulement; lutte contre les maladies infectieuses 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>
<p>Baisse de la production alimentaire et de la qualité des aliments (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Création de nouvelles variétés de cultures mieux adaptées au changement climatique (température et sécheresses) Compensation des incidences d'une qualité réduite des aliments sur la santé des humains et des animaux Compensation des incidences économiques des changements d'affectation des terres Renforcement des systèmes et pratiques traditionnels fondés sur le savoir autochtone 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>
<p>Propagation des maladies à transmission vectorielle en altitude et aux hautes latitudes (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place de systèmes d'alerte précoce pour la lutte contre les maladies et l'atténuation de leurs effets fondée sur les données climatiques et d'autres données pertinentes. Plusieurs facteurs augmentent la vulnérabilité. Mise en œuvre de programmes d'élargissement des services de santé publique de base 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p> <p>Données non disponibles</p> <p>Données non disponibles</p>
Régions polaires				
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation
<p>Risques pour les écosystèmes terrestres et dulcicoles (<i>degré de confiance élevé</i>) et pour les écosystèmes marins (<i>degré de confiance moyen</i>) découlant de changements des conditions de glace et d'enneigement, des conditions des milieux dulcicoles et marins influant sur la qualité de l'habitat, l'aire de répartition des espèces, la phénologie et la productivité, ainsi que sur les économies qui en dépendent</p> <p>[28.2–4]</p>	<p>Risques pour les écosystèmes terrestres et dulcicoles (<i>degré de confiance élevé</i>) et pour les écosystèmes marins (<i>degré de confiance moyen</i>) découlant de changements des conditions de glace et d'enneigement, des conditions des milieux dulcicoles et marins influant sur la qualité de l'habitat, l'aire de répartition des espèces, la phénologie et la productivité, ainsi que sur les économies qui en dépendent</p> <p>[28.2–4]</p>		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>
<p>Risques pour la santé et le bien-être des habitants de l'Arctique découlant des blessures et des maladies engendrées par l'évolution de l'environnement physique, l'insécurité alimentaire, l'absence de sources fiables d'eau potable et les dommages causés aux infrastructures, y compris celles des zones de pergélisol (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[28.2–4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Coproduction de solutions plus robustes combinant les sciences et la technologie au savoir autochtone Systèmes améliorés d'observation, de suivi et d'alerte Systèmes améliorés de communications, d'éducation et de formation Transfert de ressources et changements de l'utilisation des terres ou de l'emplacement des établissements humains 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>
<p>Défis sans précédent pour les collectivités nordiques dus aux liens complexes qui existent entre les risques liés au climat et les facteurs sociétaux, en particulier lorsque le rythme des changements dépasse la capacité d'adaptation des systèmes sociaux (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[28.2–4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Coproduction de solutions plus robustes combinant les sciences et la technologie au savoir autochtone Systèmes améliorés d'observation, de suivi et d'alerte Systèmes améliorés de communications, d'éducation et de formation Solutions de cogestion adaptative élaborées dans le cadre du règlement des revendications territoriales 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>
Petites îles				
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation
<p>Incidences négatives sur les moyens de subsistance, les établissements côtiers, les infrastructures, les écoservices et la stabilité économique (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[29.6, 29.8; figure 29-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les îles disposent d'un potentiel important d'adaptation, mais elles peuvent tout de même bénéficier d'un apport de ressources et de technologies de l'extérieur. Maintien et renforcement des fonctions et services écosystémiques, des ressources en eau et de la sécurité alimentaire L'efficacité des stratégies d'adaptation des collectivités traditionnelles risque d'être sensiblement réduite à l'avenir. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>
<p>Les interactions de l'élévation du niveau moyen des océans au cours du XXI^e siècle et des épisodes de crues prononcées des eaux menaceront les zones côtières de faible élévation (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[29.4; tableau 29-1; GTI RE5, 13.5; tableau 13.5]</p>	<ul style="list-style-type: none"> En raison d'un ratio élevé de la superficie des zones côtières par rapport au total des terres émergées, les mesures d'adaptation mises en œuvre par les îles constitueront des défis importants au plan du financement et de l'utilisation des ressources. Les options d'adaptation comprennent le maintien et la remise en état des territoires et des écosystèmes côtiers, la gestion améliorée des sols et des ressources en eau douce, et la mise en œuvre de codes du bâtiment et de modèles d'établissements humains appropriés. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> <p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030–2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080–2100)</p> <p>4°C</p>

Encadré d'évaluation RID.2, tableau 1 (suite)

Océans				
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation
<p>Déplacement de l'aire de répartition des espèces de poissons et d'invertébrés et réduction du potentiel de prise aux basses latitudes, c'est-à-dire dans les zones de remontées d'eau équatoriales, les systèmes des limites côtières et les zones subtropicales de tourbillons océaniques (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[6.3, 30.5-6; tableaux 6-6 et 30-3; encart ET-BM]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Le potentiel d'adaptation évolutive des poissons et des invertébrés marins au réchauffement est limité, comme le laissent conclure les changements observés de leurs aires de répartition. Options d'adaptation des humains: transfert à grande échelle des activités de pêche industrielle pour répondre aux baisses régionales (basses latitudes) et aux augmentations possiblement temporaires (hautes latitudes) du potentiel de prises; gestion souple capable de réagir à la variabilité et aux changements; amélioration des capacités d'adaptation des poissons au stress thermique grâce à la réduction d'autres facteurs de stress comme la pollution et l'eutrophisation; développement de l'aquaculture durable et de modes de subsistance de rechange dans certaines régions. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030-2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080-2100) 4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p>
<p>Réduction de la biodiversité, de l'abondance des prises et de l'efficacité de la protection des côtes par les récifs coralliens à cause de vastes phénomènes de blanchissement des coraux dus à la chaleur, exacerbés par l'acidification des océans, par exemple, dans les systèmes des limites côtières et les zones subtropicales de tourbillons océaniques (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[5.4, 6.4, 30.3, 30.5-6; tableaux 6-6 et 30-3; encart ET-RC]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les éléments laissant croire à une évolution rapide des coraux sont très limités. Certains coraux pourraient migrer vers de plus hautes latitudes, mais on ne s'attend pas à ce que des récifs coralliens entiers soient capables de se déplacer au rythme de l'évolution des températures des océans. Les options d'adaptation des humains se limitent à réduire les autres facteurs de stress, principalement en améliorant la qualité de l'eau et en limitant les pressions exercées par le tourisme et la pêche. Ces mesures retarderont de quelques décennies les incidences du changement climatique, mais leur efficacité sera grandement réduite à mesure que le stress thermique s'intensifie. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030-2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080-2100) 4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p>
<p>Inondations côtières et perte d'habitat causées par l'élévation du niveau de la mer, les phénomènes extrêmes, les variations du volume des précipitations et une baisse de la résistance écologique, par exemple, dans les systèmes des limites côtières et les zones subtropicales de tourbillons océaniques (<i>degré de confiance moyen à élevé</i>)</p> <p>[5.5, 30.5-6; tableaux 6-6 et 30-3; encart ET-RC]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les options d'adaptation des humains se limitent à réduire les autres facteurs de stress, principalement en réduisant la pollution et en limitant les pressions exercées par le tourisme, la pêche, la destruction physique et l'aquaculture non durable. Réduction du déboisement et reboisement accéléré des bassins versants et des zones côtières afin de retenir les sédiments et les matières nutritives. Protection accrue et remise en état des mangroves, des récifs coralliens et des herbiers afin de protéger de nombreux biens et services écosystémiques — par exemple, protection des côtes, valeur touristique et habitat du poisson. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030-2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080-2100) 4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p>

Moyens de subsistance et pauvreté

Tout au long du XXI^e siècle, 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 poches de pauvreté existantes et en créer de nouvelles, ce dernier effet étant particulièrement marqué dans les zones urbaines et dans les «points chauds de la faim» (*degré de confiance moyen*). Les incidences du changement climatique devraient aggraver la pauvreté dans la plupart des pays en développement et créer de nouvelles poches de pauvreté dans les pays développés ou en développement aux prises avec des inégalités sociales croissantes. Dans les zones urbaines et rurales, les ménages pauvres dépendants du travail salarié qui sont des acheteurs nets de produits alimentaires devraient être particulièrement touchés en raison de l'augmentation des prix des denrées alimentaires, notamment dans les régions marquées par une insécurité alimentaire élevée et de fortes inégalités (en particulier en Afrique), bien que cette situation risque de se traduire par une amélioration des conditions de vie des paysans indépendants. Les programmes d'assurance, les mesures de protection sociale et la gestion des risques de catastrophe peuvent permettre de renforcer les capacités d'adaptation à long terme des modes de subsistance des populations pauvres et marginalisées, à condition que les politiques générales prennent en compte la pauvreté et les multiples facettes de l'inégalité sociale⁶⁶.

B-3. Principaux risques régionaux et possibilités d'adaptation

Les risques varieront au fil du temps en fonction des régions et des populations, et dépendront de multiples facteurs, y compris l'étendue de l'adaptation et des mesures d'atténuation. L'encadré d'évaluation RID.2 présente un aperçu des principaux risques régionaux assortis d'un degré de confiance *moyen à élevé*. Pour en savoir plus sur les risques régionaux et les avantages possibles, consulter la section B-3 du Résumé technique, et la Partie B: *Aspects régionaux* de la contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC.

C: GESTION DES RISQUES FUTURS ET RENFORCEMENT DE LA RÉSILIENCE

La gestion des risques liés au changement climatique exige la prise de décisions d'adaptation et d'atténuation qui auront des conséquences pour les générations futures, l'économie et l'environnement. La présente section évalue l'adaptation comme moyen de mieux faire face aux incidences du changement climatique. Elle se penche également sur les limites de l'adaptation, sur les profils d'évolution qui favorisent la résilience, et sur le rôle de la transformation. La figure RID.8 présente une vue d'ensemble des mesures qui peuvent être prises pour gérer les risques liés au changement climatique.

⁶⁶ 8.1, 8.3-4, 9.3, 10.9, 13.2-4, 22.3, 26.8

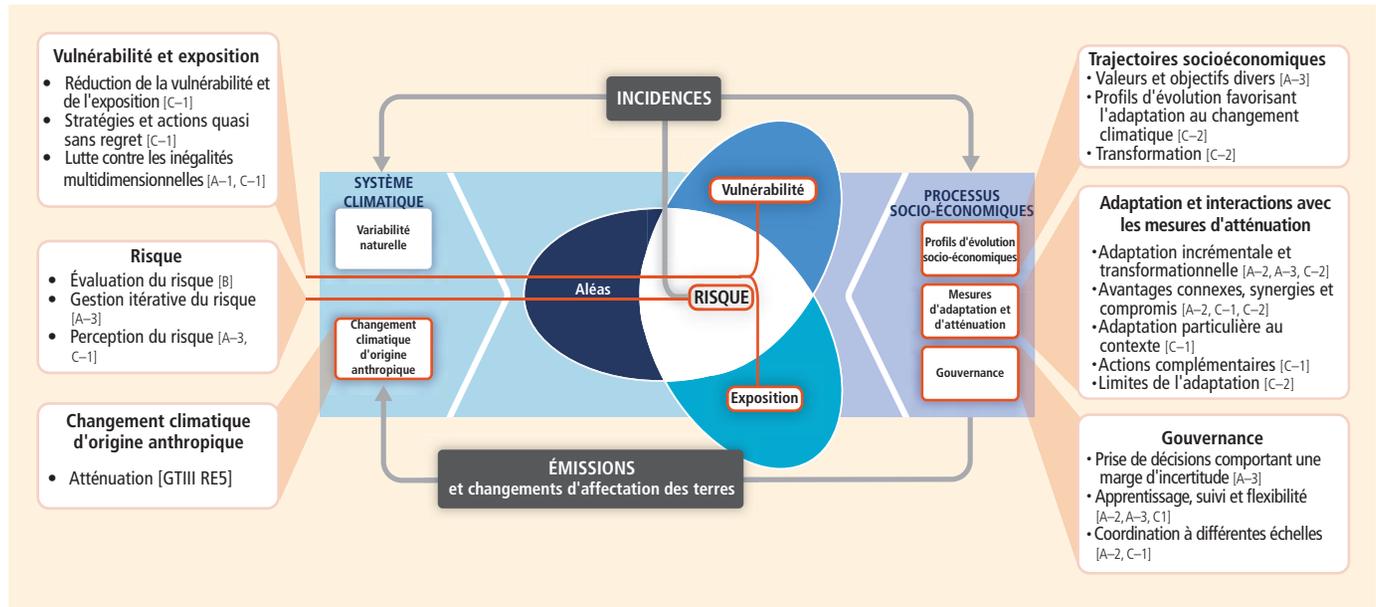


Figure RID.8 | Les solutions et leurs relations. Notions principales utilisées dans la contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation, illustrant les points d'accès et les approches qui se recoupent ainsi que les principales considérations dans la gestion des risques liés au changement climatique, tels qu'ils sont évalués dans le rapport et présentés dans le présent résumé. Les références entre crochets renvoient aux sections du présent résumé et les résultats d'évaluation correspondants.

C-1. Principes d'une adaptation efficace

L'adaptation varie selon le lieu et le contexte; il n'existe pas d'approche universelle capable de réduire les risques dans l'ensemble des cas de figure (degré de confiance élevé). Les stratégies efficaces de réduction des risques et d'adaptation prennent en compte les aspects dynamiques de la vulnérabilité et de l'exposition, ainsi que leurs liens avec les processus socioéconomiques, le développement durable et le changement climatique. Le tableau RID.1 présente des exemples particuliers de réactions possibles au changement climatique⁶⁷.

La planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation peuvent être renforcées par des actions complémentaires entreprises à tous les niveaux, des individus aux pouvoirs publics (degré de confiance élevé). Les autorités nationales peuvent coordonner les efforts d'adaptation des administrations locales et infranationales, par exemple en protégeant les groupes vulnérables, en appuyant la diversification économique et en fournissant des informations, en élaborant des politiques et des cadres juridiques et en 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, et dans la gestion des informations relatives aux risques et du financement (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*)⁶⁸.

Une première étape sur la voie de l'adaptation aux futurs changements climatiques consiste à réduire la vulnérabilité et l'exposition à la variabilité actuelle du climat (degré de confiance élevé). Les stratégies envisageables comprennent des actions accessoirement favorables à la réalisation d'autres objectifs. Les stratégies et les actions possibles peuvent contribuer à renforcer les capacités d'adaptation à un large éventail de conditions climatiques futures, tout en aidant à améliorer la santé humaine, les moyens de subsistance, le bien-être social et économique et la qualité de l'environnement (voir tableau RID.1). L'intégration de l'adaptation dans le processus de planification et de prise de décisions peut favoriser des synergies avec le développement et la réduction des risques de catastrophe⁶⁹.

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 reconnaissance 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 qui n'ont cependant pas été prises en compte d'une manière cohérente dans les stratégies d'adaptation existantes. L'intégration de ces formes de savoir aux pratiques existantes augmente l'efficacité des mesures d'adaptation⁷⁰.

⁶⁷ 2.1, 8.3-4, 13.1, 13.3-4, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2, 17.4, 19.6, 21.3, 22.4, 26.8-9, 29.6, 29.8

⁶⁸ 2.1-4, 3.6, 5.5, 8.3-4, 9.3-4, 14.2, 15.2-3, 15.5, 16.2-5, 17.2-3, 22.4, 24.4, 25.4, 26.8-9, 30.7; tableaux 21-1, 21-5 et 21-6; encadré 16-2

⁶⁹ 3.6, 8.3, 9.4, 14.3, 15.2-3, 17.2, 20.4, 20.6, 22.4, 24.4-5, 25.4, 25.10, 27.3-5, 29.6; encadrés 25-2 et 25-6

⁷⁰ 2.2-4, 9.4, 12.3, 13.2, 15.2, 16.2-4, 16.7, 17.2-3, 21.3, 22.4, 24.4, 24.6, 25.4, 25.8, 26.9, 28.2, 28.4; tableau 15-1; encadré 25-7

Tableau RID.1 | Stratégies de gestion des risques liés au changement climatique. Ces stratégies, jugées complémentaires plutôt que mutuellement exclusives, sont souvent mises en œuvre de concert. L'atténuation, jugée essentielle pour la gestion des risques liés au changement climatique, n'est pas traitée dans le présent tableau puisqu'elle constitue l'objet de la contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation. Les exemples du tableau sont présentés sans ordre particulier et peuvent être pertinents pour une ou plusieurs catégories d'activités. [14.2–3; tableau 14–1]

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

L'aide à la décision est plus efficace lorsqu'elle tient compte du contexte et de la diversité des types et des processus de décision et des groupes concernés (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Les organisations qui font le pont entre les sciences et la prise de décisions, y compris les services climatologiques, jouent un rôle important dans la communication, le transfert et le développement des connaissances relatives au climat, et notamment dans la médiation, l'engagement et le transfert des connaissances (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*)⁷¹.

Les instruments économiques existants ou nouveaux peuvent promouvoir l'adaptation en encourageant les efforts d'anticipation et de réduction des incidences (*degré de confiance moyen*). Ils incluent les partenariats de financement public-privé, les prêts, le paiement des écoservices, l'amélioration de la tarification des ressources, les redevances et les subventions, les normes et la réglementation, et les mécanismes de partage et de transfert des risques. Les mécanismes de financement du risque dans les secteurs public et privé — par exemple, l'assurance et la mutualisation — peuvent contribuer à renforcer l'adaptation, mais ils peuvent également avoir un effet dissuasif et provoquer un affaiblissement ou une défaillance des marchés lorsqu'on néglige de porter suffisamment d'attention aux défis majeurs que pose leur conception. Les autorités publiques jouent souvent un rôle important à titre de régulateurs, de prestataires ou d'assureurs de dernier recours⁷².

Des obstacles peuvent entraver la planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation (*degré de confiance élevé*). Ces obstacles peuvent prendre diverses formes, notamment: 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 aux processus: insuffisance des travaux de recherche, manque de suivi et d'observations et insuffisance des financements requis à cette fin. La sous-estimation de la complexité de l'adaptation en tant que processus social peut créer des attentes irréalistes quant aux résultats recherchés⁷³.

Une planification défailante, une importance exagérée accordée aux résultats à court terme ou l'incapacité à anticiper correctement les conséquences peuvent nuire aux efforts d'adaptation (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Une mauvaise adaptation peut accroître la vulnérabilité ou l'exposition du groupe cible, ou la vulnérabilité d'autres personnes, d'autres lieux ou d'autres secteurs. Certaines des solutions apportées à court terme aux risques croissants posés par le changement climatique peuvent également limiter les choix futurs. Par exemple, une protection renforcée des biens exposés peut engendrer une dépendance future aux mesures de protection⁷⁴.

Des données limitées laissent deviner l'existence d'un écart entre les besoins globaux d'adaptation et les fonds disponibles pour la réaliser (*degré de confiance moyen*). Il convient de mieux évaluer les coûts globaux de l'adaptation, les financements et les investissements requis à cette fin. Les études qui tentent d'estimer le coût global de l'adaptation se caractérisent par des données, des méthodes et une couverture déficientes (*degré de confiance élevé*)⁷⁵.

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, les outils qui permettraient de mieux comprendre et gérer ces interactions restent limités. Parmi les exemples d'actions engendrant des avantages connexes, on peut mentionner les suivantes : 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 écoservices⁷⁶.

C–2. Transformation et profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique

Les profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique sont des trajectoires de développement durable qui conjuguent l'adaptation et l'atténuation pour réduire le changement climatique et ses incidences. Ils comprennent des processus itératifs qui assurent la mise en œuvre et le maintien de mesures efficaces de gestion des risques (voir figure RID.9)⁷⁷.

Les perspectives de développement durable entrouvertes par les profils d'évolution favorisant la résilience dépendent fondamentalement des résultats que peuvent permettre d'obtenir les mesures d'atténuation mises en œuvre à l'échelle mondiale (*degré de confiance élevé*). Comme l'atténuation réduit à la fois la vitesse et l'ampleur du réchauffement, elle pourrait permettre d'augmenter — peut-être de plusieurs décennies — le temps disponible pour l'adaptation à un niveau donné de changement climatique. Par contre, tout retard dans la mise en œuvre des mesures d'atténuation risque de réduire les choix possibles de profils d'évolution favorables à la résilience dans le futur⁷⁸.

⁷¹ 2.1-4, 8.4, 14.4, 16.2-3, 16.5, 21.2-3, 21.5, 22.4; encadré 9-4

⁷² 10.7, 10.9, 13.3, 17.4-5; encadré 25-7

⁷³ 3.6, 4.4, 5.5, 8.4, 9.4, 13.2-3, 14.2, 14.5, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2-3, 22.4, 23.7, 24.5, 25.4, 25.10, 26.8-9, 30.6; tableau 16-3; encadrés 16-1 et 16-3

⁷⁴ 5.5, 8.4, 14.6, 15.5, 16.3, 17.2-3, 20.2, 22.4, 24.4, 25.10, 26.8; tableau 14-4; encadré 25-1

⁷⁵ 14.2, 17.4; tableaux 17-2 et 17-3

⁷⁶ 2.4-5, 3.7, 4.2, 4.4, 5.4-5, 8.4, 9.3, 11.9, 13.3, 17.2, 19.3-4, 20.2-5, 21.4, 22.6, 23.8, 24.6, 25.6-7, 25.9, 26.8-9, 27.3, 29.6-8; encadrés 25-2, 25-9, 25-10, 30.6-7, ET-EE et ET-RE

⁷⁷ 2.5, 20.3-4

⁷⁸ 1.1, 19.7, 20.2-3, 20.6; figure 1-5

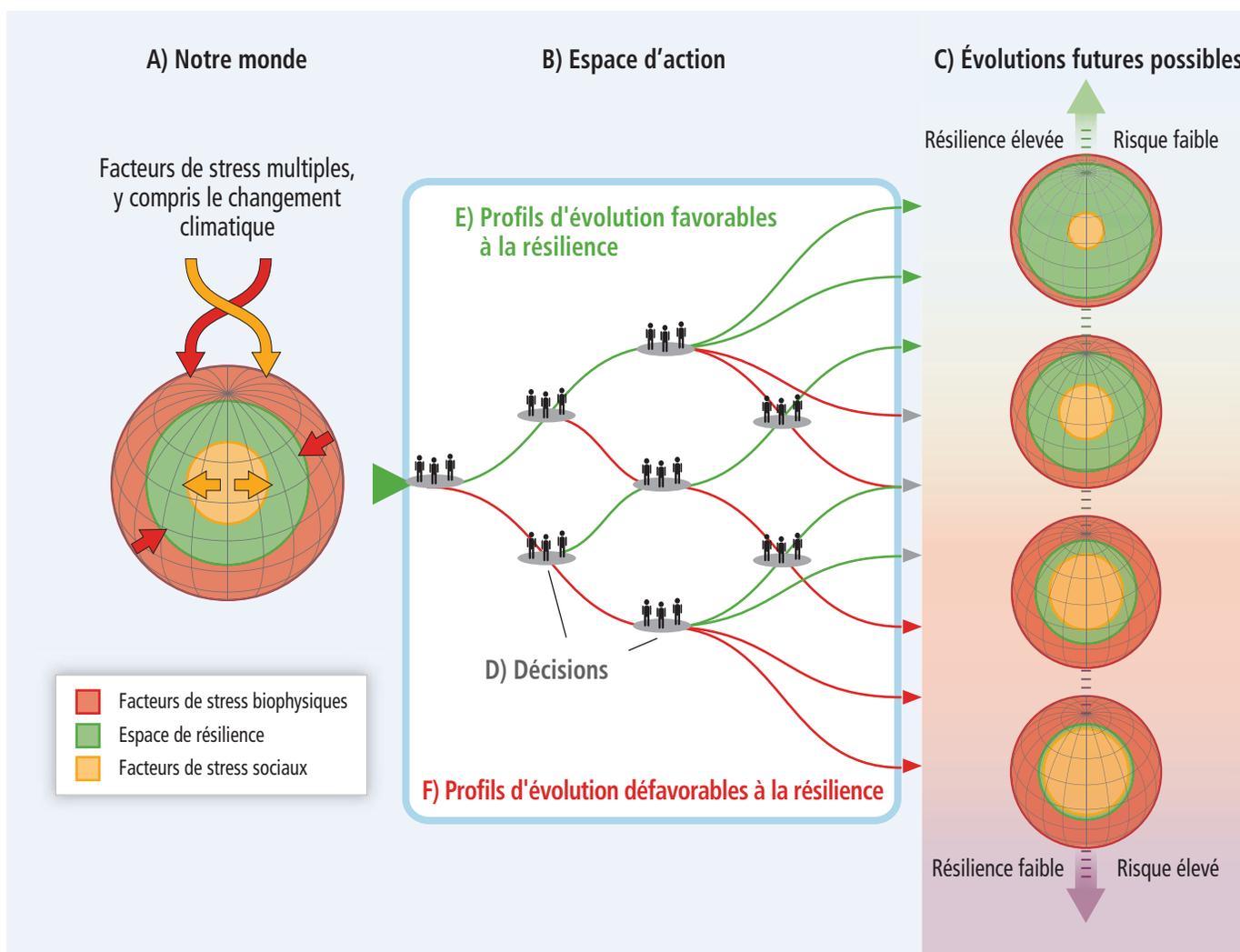


Figure RID.9 | Espace d'action et profils d'évolution favorisant la résilience au changement climatique. A) Notre monde [sections A–1 et B–1] est menacé par de multiples facteurs de stress — représentés ici simplement par les facteurs de stress biophysiques et sociaux — qui affaiblissent la résilience de toutes parts. Les facteurs de stress incluent le changement climatique, la variabilité du climat, les changements d'utilisation des terres, la dégradation des écosystèmes, la pauvreté et les inégalités, et les facteurs culturels. B) L'espace d'action [sections A–2, A–3, B–2, C–1 et C–2] représente les décisions et les profils d'évolution qui ouvrent la voie à un éventail C) de futurs possibles [sections C et B–3] assortis de niveaux différents de résilience et de risque. D) Les décisions conduisent à des actions ou à des refus d'intervenir à l'intérieur de l'espace d'action, et représentent collectivement le processus de gestion des risques liés au changement climatique, ou l'échec à gérer ces risques. E) Les profils d'évolution favorisant la résilience (en vert) dans l'espace d'action conduisent à un monde plus résilient grâce à l'apprentissage itératif, à l'accumulation des connaissances scientifiques, à une adaptation efficace, aux mesures d'adaptation et à d'autres choix qui réduisent les risques. F) Les profils d'évolution défavorables à la résilience (en rouge) peuvent résulter de mesures d'atténuation insuffisantes, d'une mauvaise adaptation, de l'incapacité d'apprendre ou de tirer parti des connaissances, ou d'autres actions qui diminuent la résilience, et qui peuvent influencer d'une manière irréversible sur les futurs possibles.

Une augmentation de la vitesse et de l'ampleur du changement climatique augmente la probabilité d'un dépassement des limites de l'adaptation (degré de confiance élevé). Ces limites apparaissent lorsque les mesures d'adaptation requises pour éviter des risques intolérables au vu des objectifs des intervenants ou des besoins d'un système ne sont pas envisageables ou ne sont pas disponibles dans l'immédiat. L'évaluation de ce qui peut être considéré comme un risque intolérable peut varier. Les limites à l'adaptation résultent des interactions du changement climatique et des contraintes biophysiques ou socioéconomiques. Les occasions de tirer avantage des synergies positives entre l'adaptation et l'atténuation risquent de s'amenuiser au fil du temps, en particulier si les limites de l'adaptation sont dépassées. Dans certaines régions du monde, une gestion défailante des incidences émergentes sape d'ores et déjà les fondements du développement durable⁷⁹.

Une transformation des décisions et actions économiques, sociales, technologiques et politiques peut créer les conditions propices à l'adoption de profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique (degré de confiance élevé). Le tableau RID.1 présente des exemples concrets. On peut 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 responsable de l'environnement. Au niveau national, la transformation est jugée plus efficace lorsqu'elle reflète les visions et les démarches propres à un pays pour réaliser le développement durable en accord avec ses circonstances particulières et ses priorités. On considère que l'apprentissage itératif, les processus délibératifs et l'innovation sont propices aux transformations conduisant à une plus grande durabilité⁸⁰.

⁷⁹ 1.1, 11.8, 13.4, 16.2-7, 17.2, 20.2-3, 20.5-6, 25.10, 26.5; encadrés 16-1, 16-3 et 16-4

⁸⁰ 1.1, 2.1, 2.5, 8.4, 14.1, 14.3, 16.2-7, 20.5, 22.4, 25.4, 25.10; figure 1-5; encadrés 16-1, 16-4 et RT.8

COMPLÉMENTS D'INFORMATION

Tableau RID.A1 | Incidences observées attribuées au changement climatique recensées dans la documentation scientifique depuis la publication du quatrième Rapport d'évaluation. Le lien établi entre ces incidences et le changement climatique est assorti d'un degré de confiance *très faible, faible, moyen* ou *élevé*. La contribution du changement climatique aux évolutions observées dans les systèmes naturels et humains de huit grandes régions du monde au cours des dernières décennies est qualifiée de *majeure* ou *mineure*. [Tableaux 18–5, 18–6, 18–7, 18–8 et 18–9] La liste des incidences attribuables au changement climatique présentée dans ce tableau ne saurait être considérée comme exhaustive.

Afrique	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Recul des glaciers des hautes terres tropicales en Afrique de l'Est (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Réduction du débit des cours d'eau d'Afrique de l'Ouest (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Réchauffement de l'eau en surface et stratification accrue de la colonne d'eau dans les Grands Lacs et le lac Kariba (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Aggravation des sécheresses hydrologiques dans la région du Sahel depuis 1970, conditions partiellement plus humides depuis 1990 (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [22.2–3; tableaux 18–5, 18–6 et 22–3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Diminution de la densité du couvert forestier dans l'ouest du Sahel et la portion semi-aride du Maroc, au-delà des changements provoqués par l'utilisation des terres (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement de l'aire de répartition de plusieurs espèces végétales et animales du sud, au-delà des changements provoqués par l'utilisation des terres (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Hausse de la fréquence des incendies incontrôlés sur le mont Kilimandjaro (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) [22.3; tableaux 18–7 et 22–3]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Déclin des récifs coralliens dans les eaux tropicales africaines, au-delà du déclin provoqué par les perturbations anthropiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [tableau 18–8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Réactions adaptatives des agriculteurs sud-africains à l'évolution des précipitations, au-delà des changements dus aux conditions économiques (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Déclin des arbres fruitiers dans la région du Sahel (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation des cas de paludisme dans les hautes terres du Kenya, au-delà des changements dus à la vaccination, à la résistance aux médicaments, à la démographie et aux moyens de subsistance (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Baisse de la productivité des pêches dans les Grands Lacs et le lac Kariba, au-delà des changements dus à la gestion des pêches et à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [7.2, 11.5, 13.2, 22.3; tableau 18–9]
Europe	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Recul des glaciers des Alpes, de la Scandinavie et de l'Islande (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Fréquence accrue des affaissements de versants rocheux dans l'ouest des Alpes (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Variation de la fréquence des débits extrêmes des cours d'eau et des inondations (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [18.3, 23.2–3; tableaux 18–5 et 18–6; WT I RES, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Reverdissement, émergence des feuilles et apparition des fruits plus précoces dans les forêts tempérées et boréales (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Propagation plus rapide des espèces végétales envahissantes en Europe, au-delà d'un seuil minimal d'invasion (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Arrivée plus précoce des oiseaux migrateurs en Europe depuis 1970 (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement vers le nord de la limite des arbres en Europe, au-delà des changements provoqués par l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation de la superficie des zones forestières brûlées au cours des récentes décennies au Portugal et en Grèce, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [4.3, 18.3; tableaux 18–7 et 23–6]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Déplacement vers le nord de l'aire de répartition d'espèces de zooplancton, de poissons, d'oiseaux de mer et d'invertébrés benthiques dans le nord-est de l'Atlantique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement vers le nord et vers le fond de la répartition de nombreuses espèces de poissons dans les mers d'Europe (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Évolution de la phénologie du plancton dans le nord-est de l'Atlantique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Propagation des espèces d'eau chaude dans la Méditerranée, au-delà des changements dus aux espèces envahissantes et aux perturbations anthropiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 23.6, 30.5; tableaux 6–2 et 18–8; encadré 6-1 et encart ET-BM]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Passage d'une mortalité due au froid à une mortalité due à la chaleur en Angleterre et au pays de Galles, au-delà des changements dus à l'exposition et aux services de soins de santé (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Incidences sur les moyens de subsistance des Sâmes, peuple du Nord de l'Europe, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Stagnation des rendements en blé dans certains pays au cours des dernières décennies, malgré les progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) Incidences positives sur le rendement de certaines cultures, principalement en Europe du Nord, au-delà des changements dus aux progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) Propagation du virus de la fièvre catarrhale du mouton et des tiques dans certaines régions d'Europe (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [18.4, 23.4–5; tableau 18–9; figure 7–2]

Suite à la page suivante →

Tableau RID.A1 (suite)

Asie	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Fonte du pergélisol en Sibérie, en Asie centrale et sur le plateau tibétain (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Recul des glaciers dans la majeure partie de l'Asie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Variation de la disponibilité de l'eau dans beaucoup de bassins versants de Chine, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Augmentation du débit de plusieurs cours d'eau due à la fonte des glaciers (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Arrivée plus précoce de la crue printanière maximale des cours d'eau de Russie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Baisse du taux d'humidité des sols dans le centre-nord et le nord-est de la Chine (1950–2006) (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Dégradation des eaux de surface dans certaines régions de l'Asie, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [24.3–4, 28.2; tableaux 18–5, 18–6 et SM24–4; encadré 3–1; GTI RE5, 4.3, 10.5]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Changements de la phénologie et de la croissance des végétaux dans de nombreuses régions d'Asie (reverdissement plus précoce), en particulier dans le nord et dans l'est (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement de l'aire de répartition de nombreuses espèces végétales et animales vers de plus hautes altitudes ou de plus hautes latitudes, en particulier dans le nord de l'Asie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Invasion des forêts de mélèzes sibériennes par des pins et des épinettes au cours des dernières décennies (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Propagation d'espèces arbusives dans la toundra sibérienne (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [4.3, 24.4, 28.2; tableau 18–7; figure 4–4]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Déclin des récifs coralliens dans les eaux tropicales d'Asie, au-delà du déclin dû aux perturbations anthropiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement vers le nord de l'aire de répartition des coraux dans l'est de la mer de Chine et dans l'ouest du Pacifique, et de celle d'un poisson prédateur dans la mer du Japon (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Remplacement des sardines par des anchois dans l'ouest du Pacifique Nord, au-delà des fluctuations dues à la pêche (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Accélération de l'érosion côtière dans les régions arctiques de l'Asie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 24.4, 30.5; tableaux 6–2 et 18–8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Incidences sur les moyens de subsistance des groupes autochtones de l'Arctique russe, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Incidences négatives sur les rendements globaux en blé en Asie du Sud, au-delà des hausses dues aux progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) Incidences négatives sur les rendements globaux en blé et en maïs en Chine, au-delà des hausses dues aux progrès technologiques (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Propagation d'une maladie d'origine hydrique en Israël (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [7.2, 13.2, 18.4, 28.2; tableaux 18–4 et 18–9; figure 7–2]
Australasie	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Réduction sensible de l'épaisseur de neige en fin de saison dans trois sites alpins d'Australie sur quatre (1957–2002) (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Réduction sensible du volume de glace et des glaciers en Nouvelle-Zélande (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Intensification des sécheresses hydrologiques dues au réchauffement régional dans le sud-est de l'Australie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Réduction de l'apport d'eau dans les bassins versants du sud-ouest de l'Australie (depuis le milieu des années 1970) (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [25.5; tableaux 18–5, 18–6 et 25–1; GTI RE5, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Changements des caractères génétiques, de la croissance, de la répartition et de la phénologie de nombreuses espèces, notamment des oiseaux, des papillons et des plantes, en Australie, au-delà des fluctuations dues aux variations locales du climat, à l'utilisation des terres, à la pollution et aux espèces envahissantes (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Expansion de certains milieux humides au détriment des milieux boisés adjacents dans le sud-est de l'Australie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Expansion de la forêt pluviale de mousson au détriment des savanes et des prairies dans le nord de l'Australie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Migration des civelles avancée de plusieurs semaines dans le fleuve Waikato, en Nouvelle-Zélande (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) [tableaux 18–7 et 25–3]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Déplacement vers le sud de l'aire de répartition d'espèces marines à proximité de l'Australie, au-delà des changements dus à des fluctuations écologiques à court terme, à la pêche et à la pollution (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Modification du calendrier des migrations des oiseaux de mer en Australie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Blanchissement accéléré des coraux de la Grande Barrière de corail et du récif d'Australie-Occidentale, au-delà des effets de la pollution et des perturbations physiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Changement de configuration des maladies des coraux de la Grande Barrière, au-delà des effets de la pollution (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 25.6; tableaux 18–8 et 25–3]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Maturation plus précoce du raisin au cours des dernières décennies, au-delà des changements dus à une meilleure gestion (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Changement du ratio mortalité hivernale/mortalité estivale humaine en Australie, au-delà des changements dus à l'exposition et aux soins de santé (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Relocalisation ou diversification des activités agricoles en Australie, au-delà des changements dus aux politiques, à l'évolution des marchés et à la variabilité à court terme du climat (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [11.4, 18.4, 25.7–8; tableaux 18–9 et 25–3; encadré 25–5]
Amérique du Nord	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Recul des glaciers de l'ouest et du nord de l'Amérique du Nord (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Réduction du volume de l'eau contenue dans le manteau neigeux au printemps, dans l'ouest de l'Amérique du Nord (1960–2002) (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Crues maximales plus précoces dans les bassins versants dominés par la neige dans l'ouest de l'Amérique du Nord (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Volume de ruissellement accru dans le Midwest et le nord-est des États-Unis (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [tableaux 18–5 et 18–6; GTI RE5, 2.6, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Changements de la phénologie et déplacement de l'aire de répartition des espèces de plusieurs taxons vers le nord et vers de plus hautes altitudes (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation de la fréquence des incendies dans les forêts de conifères subarctiques et la toundra (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentations régionales de la mortalité des arbres et des infestations d'insectes dans les forêts (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Augmentations de la gravité, de la fréquence et de la durée des incendies de forêt et accroissement de la superficie des zones brûlées dans l'ouest des États-Unis et les forêts boréales du Canada, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres et à la gestion des incendies (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [26.4, 28.2; tableau 18–7; encadré 26–2]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Déplacement vers le nord de l'aire de répartition des espèces de poissons du nord-ouest de l'Atlantique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Variations des moulières sur la côte ouest des États-Unis (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Changements des migrations et de la survie du saumon dans le nord-est du Pacifique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Aggravation de l'érosion côtière en Alaska et au Canada (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [18.3, 30.5; tableaux 6–2 et 18–8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Incidences sur les moyens de subsistance des groupes autochtones de l'Arctique canadien, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [18.4, 28.2; tableaux 18–4 et 18–9]

Suite à la page suivante →

Tableau RID.A1 (suite)

Amérique centrale et Amérique du Sud	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Recul des glaciers andins (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Variations des crues extrêmes de l'Amazone (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Variations du débit des cours d'eau de l'ouest des Andes (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation du débit des cours d'eau dans les sous-bassins du Rio de la Plata, au-delà des augmentations dues à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [27.3; tableaux 18-5, 18-6 et 27-3; GTI RE5, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Hausse du taux de mortalité des arbres et de la fréquence des incendies de forêt dans le bassin de l'Amazone (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Dégradation et recul de la forêt pluviale dans l'Amazone, au-delà des tendances de référence du déboisement et de la dégradation des sols (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [4.3, 18.3, 27.2-3; tableau 18-7]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Blanchissement accru des coraux dans l'ouest des Caraïbes, au-delà des effets de la pollution et des perturbations physiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Dégradation des mangroves sur la côte nord de l'Amérique du Sud, au-delà des dommages causés par la pollution et l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [27.3; tableau 18-8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Vulnérabilité accrue des moyens de subsistance des agriculteurs aymaras de Bolivie due aux pénuries d'eau, au-delà des effets d'une aggravation des facteurs de stress social et économique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation des rendements agricoles et agrandissement des superficies de terres cultivées dans certaines zones du sud-est de l'Amérique du Sud, au-delà de l'augmentation due aux progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [13.1, 27.3; tableau 18-9]
Régions polaires	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Recul des glaces de mer en été (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Réduction du volume des glaciers de l'Arctique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Diminution de l'enneigement à travers l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Fonte généralisée du pergélisol, en particulier dans le sud de l'Arctique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Perte de masse de glace sur la côte de l'Antarctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Accroissement du débit des grandes rivières circumpolaires (1997-2007) (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Accroissement du débit hivernal minimal des cours d'eau dans la plupart des régions de l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Hausse de la température de l'eau des lacs de 1985 à 2009 et prolongement de la saison sans glace (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Disparition des lacs thermokarstiques due à la fonte du pergélisol dans le Bas-Arctique. Création de nouveaux lacs dans les anciennes tourbières gelées (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [28.2; tableaux 18-5 et 18-6; GTI RE5, 4.2-4, 4.6, 10.5]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Expansion du couvert arbustif dans la toundra d'Amérique du Nord et d'Eurasie (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement de la limite des arbres vers des latitudes et des altitudes plus hautes (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Modifications des aires de reproduction et de la taille des populations d'oiseaux subarctiques dues à une réduction de l'enneigement ou à la colonisation de la toundra par la flore arbustive (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Disparition des écosystèmes à combes à neige et de la toundra parsemée de buttes gazonnées (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Incidences sur les animaux de la toundra de l'augmentation des couches de glace formées dans le manteau neigeux à la suite d'épisodes de pluie sur la neige (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Expansion de l'aire de répartition des espèces végétales dans l'ouest de la péninsule antarctique et les îles voisines au cours des 50 dernières années (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Productivité accrue du phytoplancton dans les lacs de l'île Signy (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [28.2; tableau 18-7]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de l'érosion côtière partout dans l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Effets négatifs sur les espèces non migratrices de l'Arctique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Baisse de la réussite de la reproduction des oiseaux de mer de l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déclin des populations de phoques et d'oiseaux de mer de l'océan Austral (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Amincissement des coquilles des foraminifères dans les océans du Sud, dû à l'acidification des océans (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Réduction de la densité du krill dans la mer de la Scotia (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 18.3, 28.2-3; tableau 18-8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Incidences sur les moyens de subsistance des populations autochtones de l'Arctique, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation du trafic maritime dans le détroit de Béring (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [18.4, 28.2; tableaux 18-4 et 18-9; figure 28-4]
Petites îles	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Aggravation de la pénurie d'eau en Jamaïque, au-delà des effets de l'utilisation de l'eau (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [Tableau 18-6]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Évolution des populations d'oiseaux tropicaux à Maurice (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déclin d'une espèce végétale endémique à Hawaï (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement vers le haut de la limite des arbres et des espèces animales qui en dépendent dans les îles à relief élevé (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [29.3; tableau 18-7]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Blanchissement accru du corail autour de nombreuses petites îles tropicales, au-delà des effets de la dégradation due à la pêche et à la pollution (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Dégradation des mangroves, des milieux humides et des herbiers marins autour des petites îles, au-delà des effets dus à d'autres sources de perturbations (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Aggravation des inondations et de l'érosion, au-delà des effets dus aux activités humaines, à l'érosion naturelle et à l'accrétion (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Dégradation des eaux souterraines et des écosystèmes d'eau douce due aux intrusions salines, au-delà de la dégradation due à la pollution et au pompage de l'eau souterraine (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [29.3; tableau 18-8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Dégradation accrue des pêches côtières due à des effets directs et aux effets du blanchissement accru des coraux, au-delà de la dégradation due à la surpêche et à la pollution (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [18.3-4, 29.3, 30.6; tableau 18-9; encart ET-RC]

Résumé technique

Résumé technique

Élaboré sous la direction du Bureau du Groupe de travail II:

Amjad Abdulla (Maldives), Vicente R. Barros (Argentine), Eduardo Calvo (Pérou), Christopher B. Field (États-Unis d'Amérique), José M. Moreno (Espagne), Nirivololona Raholijao (Madagascar), Sergey Semenov (Fédération de Russie), Neville Smith (Australie)

Auteurs coordonnateurs principaux:

Christopher B. Field (États-Unis d'Amérique), Vicente R. Barros (Argentine), Katharine J. Mach (États-Unis d'Amérique), Michael D. Mastrandrea (États-Unis d'Amérique)

Auteurs principaux:

Maarten K. van Aalst (Pays-Bas), W. Neil Adger (Royaume-Uni), Douglas J. Arent (États-Unis d'Amérique), Jonathon Barnett (Australie), Richard A. Betts (Royaume-Uni), T. Eren Bilir (États-Unis d'Amérique), Joern Birkmann (Allemagne), JoAnn Carmin (États-Unis d'Amérique), Dave D. Chadee (Trinité-et-Tobago), Andrew J. Challinor (Royaume-Uni), Monalisa Chatterjee (États-Unis d'Amérique/Inde), Wolfgang Cramer (Allemagne/France), Debra J. Davidson (Canada), Yuka Otsuki Estrada (États-Unis d'Amérique/Japon), Jean-Pierre Gattuso (France), Yasuaki Hijioka (Japon), Ove Hoegh-Guldberg (Australie), He-Qing Huang (Chine), Gregory E. Inсарov (Fédération de Russie), Roger N. Jones (Australie), R. Sari Kovats (Royaume-Uni), Joan Nymand Larsen (Islande), Iñigo J. Losada (Espagne), José A. Marengo (Brésil), Roger F. McLean (Australie), Linda O. Mearns (États-Unis d'Amérique), Reinhard Mechler (Allemagne/Autriche), John F. Morton (Royaume-Uni), Isabelle Niang (Sénégal), Taikan Oki (Japon), Jane Mukarugwiza Olwoch (Afrique du Sud), Maggie Opondo (Kenya), Elvira S. Poloczanska (Australie), Hans-O. Pörtner (Allemagne), Margaret Hiza Redsteer (États-Unis d'Amérique), Andy Reisinger (Nouvelle-Zélande), Aromar Revi (Inde), Patricia Romero-Lankao (Mexique), Daniela N. Schmidt (Royaume-Uni), M. Rebecca Shaw (États-Unis d'Amérique), William Solecki (États-Unis d'Amérique), Dáithí A. Stone (Canada/Afrique du Sud/États-Unis d'Amérique), John M.R. Stone (Canada), Kenneth M. Strzepek (UNU/États-Unis d'Amérique), Avelino G. Suarez (Cuba), Petra Tschakert (États-Unis d'Amérique), Riccardo Valentini (Italie), Sebastián Vicuña (Chili), Alicia Villamizar (Venezuela), Katharine E. Vincent (Afrique du Sud), Rachel Warren (Royaume-Uni), Leslie L. White (États-Unis d'Amérique), Thomas J. Wilbanks (États-Unis d'Amérique), Poh Poh Wong (Singapour), Gary W. Yohe (États-Unis d'Amérique)

Éditeurs-réviseurs:

Paulina Aldunce (Chili), Jean Pierre Ometto (Brésil), Nirivololona Raholijao (Madagascar), Kazuya Yasuhara (Japon)

Il convient de référencer le présent Résumé technique comme suit:

Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijioka, O. Hoegh-Guldberg, H.Q. Huang, G.E. Inсарov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero-Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redsteer, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw, W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong et G.W. Yohe, 2014: Résumé technique. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Partie A: Aspects mondiaux et sectoriels. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts inter-gouvernemental sur l'évolution du climat* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White (dir. pub.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (NY), États-Unis d'Amérique, pp. 35-95.

Table des matières

Évaluation et gestion des risques liés au changement climatique	37
Encadré RT.1. Contexte de l'évaluation	38
Encadré RT.2. Termes essentiels à la compréhension du résumé	39
Encadré RT.3. Qualification du degré de certitude associé aux conclusions de l'évaluation	41
A: Incidences observées, vulnérabilité et adaptation dans un monde complexe en pleine évolution	37
A-1. Incidences observées, vulnérabilité et exposition	40
Encadré RT.4. Dimensions multiples de l'inégalité et de la vulnérabilité face au changement climatique	50
A-2. Expérience relative à l'adaptation	51
A-3. Contexte de la prise de décisions	56
B: Risques futurs et possibilités d'adaptation	60
B-1. Risques principaux en fonction des secteurs et des régions	60
Encadré RT.5. Perturbations anthropiques du système climatique	63
Encadré RT.6. Conséquences d'une forte augmentation de la température	65
B-2. Risques sectoriels et possibilités d'adaptation	62
Encadré RT.7. Acidification des océans	76
B-3. Risques régionaux et possibilités d'adaptation	77
C: Gestion des risques futurs et renforcement de la résilience	87
C-1. Principes d'une adaptation efficace	87
C-2. Transformation et profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique	90
Encadré RT.8. Limites de l'adaptation et transformation	91
Encadré RT.9. La corrélation eau – énergie – alimentation	94

ÉVALUATION ET GESTION DES RISQUES LIÉS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les activités humaines ont un effet manifeste sur le climat (section-D.3, RID - GTI RE5; sections 2.2, 6.3, 10.3 à 10.6 et 10.9 GTI RE5) et le changement climatique pose des risques pour les systèmes humains et naturels (figure RT.1). Dans l'évaluation des incidences, de l'adaptation et de la vulnérabilité qu'il a effectuée dans le cadre de sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation (RE5), le Groupe de travail II (GTII) se penche sur l'évolution des risques et des avantages possibles liés au changement climatique, et examine les moyens de réduire et de gérer les incidences et les risques liés au changement climatique à l'aide de mesures d'adaptation et d'atténuation. Dans le rapport sont évalués les besoins, les options, les possibilités, les contraintes, la résilience, les limites et d'autres enjeux liés à l'adaptation. Il y est admis que les risques liés au changement climatique varieront, dans leurs dimensions spatiales et temporelles, en fonction des régions et des populations, et dépendront de multiples facteurs, y compris l'étendue des mesures d'adaptation et d'atténuation.

Le changement climatique est le fruit d'interactions complexes et de fluctuations de la probabilité de divers impacts. La démarche nouvelle adoptée dans le présent rapport, à savoir l'accent placé sur le risque, sert à étayer la prise de décisions dans le contexte du changement climatique et complète d'autres éléments du rapport. Les différentes populations et sociétés divergent probablement dans leur manière de percevoir et de classer les risques et les avantages possibles en fonction des valeurs qu'elles défendent et des objectifs qu'elles poursuivent.

Comparativement à ses rapports antérieurs, le Groupe de travail II se fonde, dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation, sur une base beaucoup plus large de connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques. La multiplication des sources de documentation a facilité la réalisation d'une vaste évaluation englobant un ensemble plus large de sujets et de secteurs et examinant d'une manière plus approfondie les systèmes humains, l'adaptation et l'océan (voir l'encadré RT.1).

Dans la section A du présent résumé sont décrites les incidences observées, la vulnérabilité et l'exposition, ainsi que les mesures d'adaptation adoptées à ce jour. Dans la section B, sont examinés les risques futurs et les avantages possibles pour l'ensemble des secteurs et des régions. Dans la section C, on se penche sur les principes d'une adaptation efficace et sur les interactions de portée plus générale qui existent entre l'adaptation, l'atténuation et le développement durable.

Dans l'encadré RT.2 sont définis les principes essentiels. Dans l'encadré RT.3 est présentée la terminologie standard utilisée pour traduire le degré de certitude associé aux principales conclusions du rapport. Les références placées entre crochets renvoient aux chapitres, figures et tableaux du rapport d'évaluation détaillé.

A: INCIDENCES OBSERVÉES, VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION DANS UN MONDE COMPLEXE EN PLEINE ÉVOLUTION

Dans cette section, on se base sur les connaissances en matière de vulnérabilité, d'exposition et d'aléas associés au climat en tant que fac-

RT

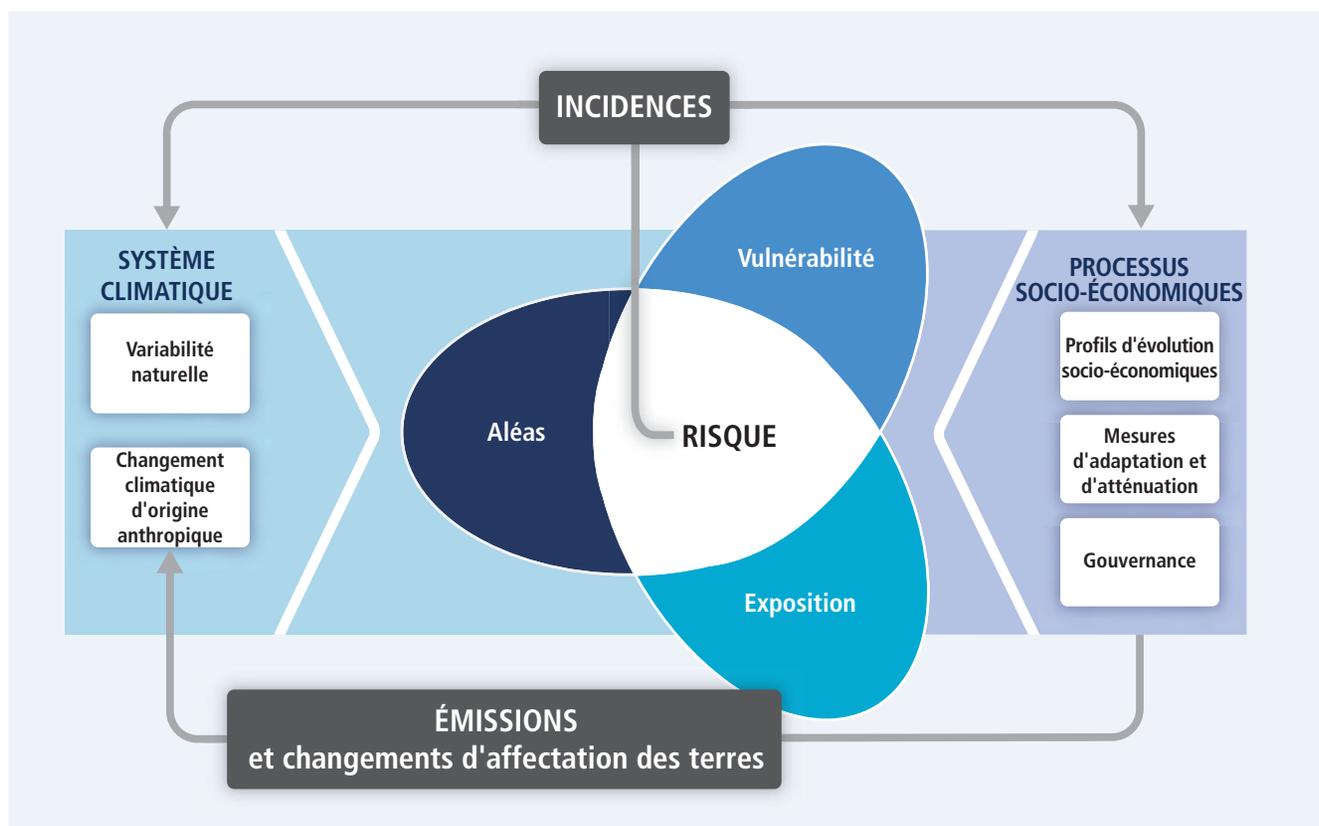


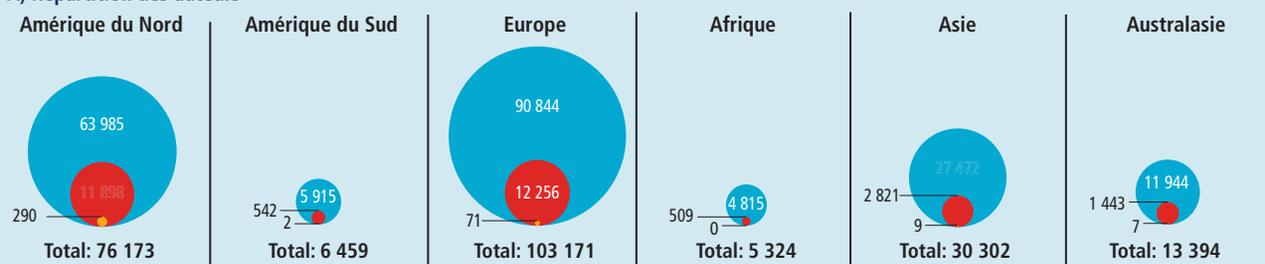
Figure RT.1 | Notions essentielles examinées dans la contribution du GT II au RE5. Le risque d'incidences liées au climat découle de l'interaction entre des aléas climatiques (y compris les tendances et les phénomènes dangereux) et la vulnérabilité et l'exposition des systèmes humains et naturels. Les changements qui touchent à la fois le système climatique (à gauche) et les processus socio-économiques, y compris l'adaptation et l'atténuation (à droite), sont les principales causes des aléas, de l'exposition et de la vulnérabilité. [19.2; figure 19-1]

Encadré RT.1 | Contexte de l'évaluation

Au cours des deux dernières décennies, le Groupe de travail II du GIEC a élaboré des évaluations des incidences du changement climatique, de l'adaptation et de la vulnérabilité. Le présent volume s'appuie sur la contribution de ce Groupe de travail au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (RE4) publiée en 2007, ainsi que sur le *Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation aux changements climatiques* (SREX) publié en 2012. Il fait suite à la contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation (GTI RE5). Le présent volume se divise en deux parties (partie A: *Aspects mondiaux et sectoriels*; partie B: *Aspects régionaux*), ce qui reflète l'étendue de la documentation existante et l'approche multidisciplinaire retenue, l'importance accrue accordée aux incidences sur les sociétés et sur les réponses de ces dernières, et le maintien d'une couverture exhaustive à l'échelle régionale. [1.1 à 1.3]

Le nombre de publications scientifiques pouvant étayer l'évaluation des incidences du changement climatique, de l'adaptation et de la vulnérabilité a plus que doublé entre 2005 et 2010, celles portant sur l'adaptation ayant vu leur nombre augmenter de manière particulièrement rapide, ce qui offre davantage d'intérêt pour la prise de décisions (degré de confiance élevé). De la même manière, les sujets traités et les régions couvertes ont gagné en diversité, et la répartition géographique des auteurs qui ont contribué à la base de connaissances utilisée pour les évaluations des changements climatiques s'est élargie (figure 1 de l'encadré RT.1). Le nombre d'auteurs de pays en développement ayant publié dans le domaine s'est accru, même s'il ne représente encore qu'une infime partie du total. La répartition inégale des publications rend difficile la production d'une évaluation à la fois complète et équilibrée à l'échelle du globe. [1.1, figure 1-1]

A) Répartition des auteurs



B) Publications sur le changement climatique par région

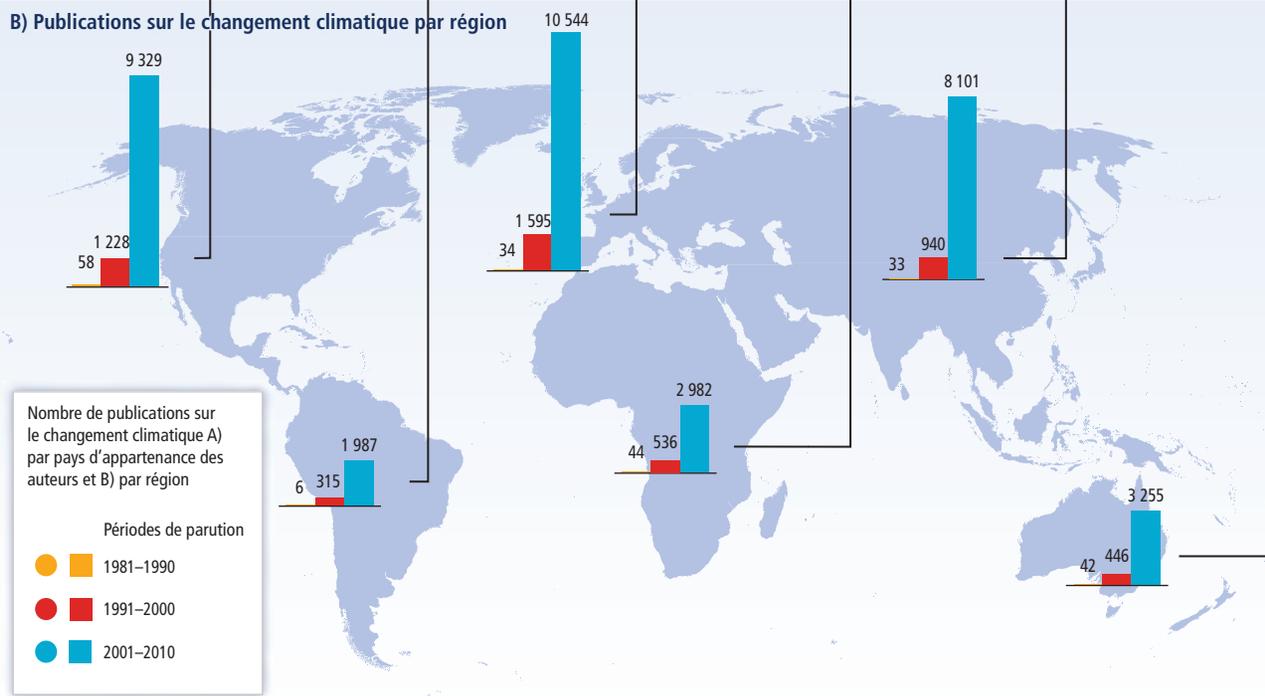


Figure 1 de l'encadré RT.1 | Nombre de publications sur le changement climatique figurant dans la liste de la base de données bibliographique Scopus. A) Nombre total de publications sur le changement climatique parues en anglais (jusqu'à juillet 2011) par pays d'appartenance de tous les auteurs et réparties par régions. Chaque publication peut être dénombrée plusieurs fois (compte tenu des différents pays auxquels appartiennent ces auteurs). B) Nombre de publications sur le changement climatique parues en anglais et contenant dans son titre, dans son résumé ou dans ses mots clés le nom d'un pays (jusqu'à juillet 2011), réparti par régions pour les décennies suivantes: 1981–1990, 1991–2000 et 2001–2010. Chaque publication peut être dénombrée plusieurs fois si plusieurs pays sont indiqués. [figure 1-1]

Suite à la page suivante →

Encadré RT.1 (suite)

L'adaptation est devenue à présent un thème central de recherche en matière de changement climatique, de planification à l'échelle nationale et de mise en œuvre de stratégies relatives au changement climatique (*degré de confiance élevé*).

L'abondance de la documentation, y compris les rapports des pouvoirs publics et du secteur privé, traduit l'attention accrue que suscitent les possibilités d'adaptation et les relations entre l'adaptation, l'atténuation et d'autres profils d'évolution durable. On remarque aussi que de nouvelles études paraissent portant sur des processus de transformation qui tirent parti des synergies entre la planification en faveur de l'adaptation, les stratégies de développement, la protection sociale et la réduction et la gestion des risques de catastrophes. [1.1]

Le GIEC incorpore dans son évaluation un élément essentiel et innovant pour présenter les résultats obtenus, à savoir une terminologie standard bien définie destinée à communiquer le degré de compréhension scientifique, y compris les incertitudes et les sujets de désaccord (encadré RT.3). Chaque résultat s'accompagne d'une indication vérifiable relativement à l'évaluation des éléments et du degré de cohérence. [1.1, encadré 1-1]

RT

Encadré RT.2 | Termes essentiels à la compréhension du résumé

Voici quelques notions essentielles définies dans le glossaire de la contribution du GTII au RE5 et utilisées dans l'ensemble du rapport. Les progrès scientifiques étant pris en compte, le champ d'application et le thème central de certaines définitions sont différents de ce qu'ils étaient dans le quatrième Rapport d'évaluation et d'autres rapports du GIEC.

Changement climatique: Variation de l'état du climat, qu'on peut déceler (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, notamment les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques ou des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres. On notera que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son article premier, définit les changements climatiques comme des «changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables». La CCNUCC établit ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles.

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

Exposition: Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de ressources, de fonctions et de services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou un milieu susceptible de subir des dommages.

Vulnérabilité: Propension ou prédisposition à subir des dommages. Cela englobe divers concepts, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter.

Incidences (conséquences, impacts): Effets sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent rapport, le terme est employé principalement pour désigner les effets, sur les systèmes naturels et humains, des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et des changements climatiques. Il s'agit en général des effets sur les personnes, les modes de subsistance, la santé, les écosystèmes, le patrimoine économique, social et culturel, les services et les infrastructures, compte tenu de leurs interactions avec les changements climatiques ou les phénomènes climatiques dangereux qui se produisent au cours d'une période donnée, et de la vulnérabilité de la société ou du système exposé. Dans ce sens, on emploie aussi les termes *conséquences* ou *impacts*. Les incidences des changements climatiques sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble d'incidences appelées impacts physiques.

Suite à la page suivante →

Encadré RT.2 (suite)

Risque: Conséquences éventuelles quand quelque chose ayant une valeur, dans toute la diversité que peut revêtir cette notion, est en jeu et qu'il pèse une incertitude sur ces conséquences. Le risque est souvent représenté comme la probabilité d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux que viennent amplifier les conséquences de tels phénomènes ou tendances lorsqu'ils se produisent. Le présent rapport évalue les risques liés au climat. Le risque résulte de la relation entre la vulnérabilité, l'exposition et le danger (voir figure RT.1). Dans le présent rapport, le terme se rapporte principalement aux risques associés aux incidences du changement climatique.

Adaptation: Démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Pour les systèmes humains, il s'agit d'atténuer les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Pour certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences.

Adaptation incrémentale: Mesures d'adaptation destinées essentiellement à conserver l'essence et l'intégrité d'un système ou d'un processus à une échelle donnée.

Adaptation transformationnelle: Adaptation qui modifie les attributs fondamentaux d'un système en réponse au climat et à ses conséquences.

Transformation: Changement des attributs fondamentaux des systèmes naturels et humains.

Résilience: Capacité de résistance de systèmes sociaux, économiques et environnementaux face à une perturbation, une tendance ou un événement dangereux, permettant à celui-ci d'y répondre ou de se réorganiser de façon à conserver sa fonction essentielle, son identité et sa structure, tout en gardant ses facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.

teurs déterminants des incidences, pour présenter les effets observés du changement climatique. On y étudie différents facteurs, notamment les facteurs de perturbation du développement et les déterminants non climatiques, qui influent sur la vulnérabilité et l'exposition, ce qui permet d'évaluer la sensibilité des systèmes au changement climatique. On fait ressortir aussi les différents enjeux et diverses solutions dans le domaine, en se fondant sur l'expérience acquise en matière d'adaptation et en examinant sur quelles motivations reposent les mesures d'adaptation prises par le passé dans le contexte du changement climatique et d'objectifs plus larges. Les connaissances actuelles quant à la prise de décision dans ce qui a trait au changement climatique y sont également examinées.

A-1. Incidences observées, vulnérabilité et exposition

Au cours des dernières décennies, le changement climatique a influé sur les systèmes naturels et humains de tous les continents et sur tous les océans. Depuis la parution du quatrième Rapport d'évaluation (RE4), un nombre croissant d'observations et d'analyses améliorées sont venues appuyer cette conclusion. Les preuves les plus flagrantes et les mieux étayées des incidences du changement climatique ont trait aux systèmes naturels. On a également attribué au changement climatique certains des effets observés sur les systèmes humains, en établissant une distinction entre les contributions majeures ou mineures de ce dernier et celles d'autres influences, notamment celles découlant de la variation de facteurs sociaux et économiques. Dans de nombreuses régions, des incidences sur les systèmes naturels et humains sont à présent détectées et ce, malgré l'intrication avec d'autres facteurs tels la pollution ou les changements d'affectation des terres. La figure RT.2 et le tableau RT.1 fournissent un résumé des incidences observées, illustrant ainsi les grandes tendances

présentées dans cette section. Dans la contribution du GTII au RE5, l'attribution des incidences observées tend d'une manière générale à établir des liens entre les réponses des systèmes naturels et humains et les changements climatiques observés, sans tenir compte des causes de ces derniers. La plupart des incidences relevées du changement climatique sont attribuées au réchauffement ou à des variations des régimes de précipitations. Des éléments commencent à faire apparaître les incidences de l'acidification des océans. Des études d'attribution et des méta-analyses relativement peu nombreuses apportent de solides éléments reliant les incidences touchant les systèmes physiques et biologiques aux changements climatiques anthropiques. [18.1, 18.3 à 18.6]

Les différences de vulnérabilité et d'exposition résultent de facteurs non climatiques et d'inégalités multidimensionnelles souvent causées par un développement inégal (degré de confiance très élevé). Elles déterminent les risques différentiels dus au changement climatique. Voir la figure RT.1 et l'encadré RT.4. La vulnérabilité et l'exposition varient avec le temps et les contextes géographiques. Les changements touchant l'état de pauvreté ou le bilan socio-économique, la composition ethnique, la répartition par âges et la gouvernance ont eu une influence marquée sur l'issue de crises passées reliées aux dangers associées aux phénomènes climatiques. [8.2, 9.3, 12.2, 13.1, 13.2, 14.1 à 14.3, 19.2, 26.8, encart ET-HFC]

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).

Encadré RT.3 | Qualification du degré de certitude associé aux conclusions de l'évaluation

En accord avec les orientations qui ont été données aux auteurs principaux du cinquième Rapport d'évaluation du GIEC en vue d'assurer un traitement cohérent des incertitudes, le GTII fait usage, dans sa contribution au RE5, de deux indicateurs du degré de certitude associé aux conclusions principales:

- La confiance dans la validité d'un résultat, selon la nature, la quantité, la qualité et la cohérence des éléments qui déterminent le degré d'évidence (données, compréhension mécaniste, théorie, modèles, avis autorisés, etc.) et selon la concordance des vues des auteurs. Elle s'exprime en termes qualitatifs.
- Les mesures quantifiées de l'incertitude liée à un résultat, exprimées sous forme de probabilité (selon l'analyse statistique des observations ou des résultats issus des modèles, ou des deux à la fois, ou selon un avis autorisé).

Chaque conclusion se fonde sur l'évaluation des éléments et du degré de cohérence qui lui sont associés. Les éléments disponibles sont succinctement qualifiés comme suit: *limités*, *moyens* ou *robustes*, et leur degré de cohérence: *faible*, *moyen* ou *élevé*. Ces qualificatifs accompagnent certaines conclusions clés. Dans de nombreux cas, les auteurs évaluent en outre le degré de confiance qu'ils attribuent à la validité d'un résultat, en fournissant une synthèse de l'évaluation des éléments disponibles et de leur cohérence. Cinq qualificatifs sont utilisés pour exprimer le degré de confiance: *très faible*, *faible*, *moyen*, *élevé* et *très élevé*. La figure 1 de l'encadré RT.3 montre comment se module l'indication du degré de confiance par rapport à la qualification des éléments et de leur degré de cohérence. Pour un ensemble d'éléments et de degré de cohérence donné, différents niveaux de confiance peuvent être attribués, mais une augmentation du niveau des éléments et du degré de cohérence est corrélée à une augmentation du degré de confiance.

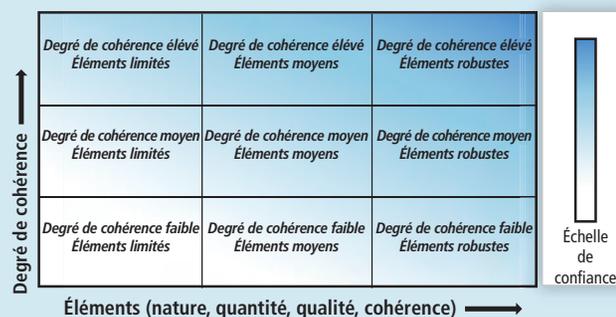


Figure 1 de l'encadré RT.3 | Expressions désignant les éléments disponibles et leur degré de cohérence, et leur rapport avec le degré de confiance. L'ombrage dont l'intensité augmente vers le coin supérieur droit donne une idée de l'augmentation de la confiance. En principe, le degré d'évidence est maximal quand on dispose de multiples éléments cohérents, indépendants et de grande qualité. [figure 1-3]

Quand les auteurs évaluent la probabilité d'occurrence, passée ou future, d'un résultat bien défini, ils qualifient cette probabilité à l'aide d'expressions types (voir ci-dessous) ou la précisent quantitativement. Le fait de fournir une indication de la probabilité n'est pas une autre façon de qualifier le degré de confiance. Sauf indication contraire, les résultats assortis d'un terme exprimant la probabilité sont associés à un degré de confiance *élevé* ou *très élevé*.

Expression	Probabilité d'un résultat
<i>quasiment certain</i>	99–100 %
<i>extrêmement probable</i>	95–100 %
<i>très probable</i>	90–100 %
<i>probable</i>	66–100 %
<i>plus probable qu'improbable</i>	>50–100 %
<i>à peu près aussi probable qu'improbable</i>	33–66 %
<i>improbable</i>	0–33 %
<i>très improbable</i>	0–10 %
<i>extrêmement improbable</i>	0–5 %
<i>exceptionnellement improbable</i>	0–1 %

Le cas échéant, les résultats sont également formulés sous forme d'énoncés des faits, sans que des qualificatifs d'incertitude y soient associés.

Dans les paragraphes du présent résumé, les termes servant à qualifier le degré de confiance, les éléments disponibles ou le degré de cohérence attribués à un résultat clé s'appliquent également aux énoncés subséquents du paragraphe, sauf si des qualificatifs supplémentaires sont utilisés.

[1.1, encadré 1-1]

Les incidences de tels phénomènes climatiques extrêmes incluent la dégradation des écosystèmes, le dérèglement de la production alimentaire et de l’approvisionnement en eau, les dommages causés aux infrastructures et aux établissements humains, la morbidité et la mortalité, et les conséquences sur la santé mentale et sur le bien-être des individus. Dans tous les pays, peu importe leur niveau de développement, ces incidences trahissent un manque important de préparation à la variabilité actuelle du climat dans certains secteurs. Les exemples qui suivent montrent les effets de phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes que diverses régions peuvent subir:

- En Afrique, les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes, y compris les sécheresses et les inondations, ont des incidences importantes sur les secteurs de l’économie, les ressources naturelles, les écosystèmes, les moyens de subsistance et la santé. En 2008 au Mozambique par exemple, 90 000 personnes ont dû être déplacées en raison des crues du Zambèze. De plus, le long de la vallée du Zambèze, où près d’un million de personnes vivent dans des zones inondables, les déplacements temporaires tendent à devenir permanents. [22.3, 22.4, 22.6]
- Les crues qui se sont produites récemment en Australie et en Nouvelle-Zélande ont gravement endommagé les infrastructures et des

établissements humains; le Queensland a enregistré à lui seul 35 victimes (2011). En 2009, la morbidité attribuable aux canicules a augmenté en raison de la vague de chaleur qui s’est abattue sur le Victoria à laquelle on associe 300 décès supplémentaires par rapport à la normale, ainsi que des feux de brousse d’une grande intensité qui ont détruit plus de 2 000 bâtiments et fait 173 victimes. Une vaste sécheresse a touché le sud-est de l’Australie (1997–2009) et de nombreuses régions de la Nouvelle-Zélande (2007–2009; 2012–2013) entraînant des pertes économiques (ex.: le PIB de la partie méridionale du bassin du Murray-Darling était inférieur d’environ 5,7 % aux prévisions en 2007-2008 et la Nouvelle-Zélande a perdu environ 3,6 milliards de dollars néo-zélandais en production agricole et non agricole entre 2007 et 2009). [13.2, 25.6, 25.8, tableau 25-1, encadrés 25-5, 25-6 et 25-8]

- En Europe, des phénomènes météorologiques extrêmes ont actuellement des incidences importantes dans de multiples secteurs de l’économie ainsi que des effets néfastes sur le plan social et sur la santé (*degré de confiance élevé*). [tableau 23-1]
- En Amérique du Nord, la plupart des secteurs économiques et des systèmes humains ont subi les conséquences de phénomènes météorologiques extrêmes, notamment les ouragans, les inondations et les précipitations intenses; des mesures d’adaptation ont été prises (*degré*

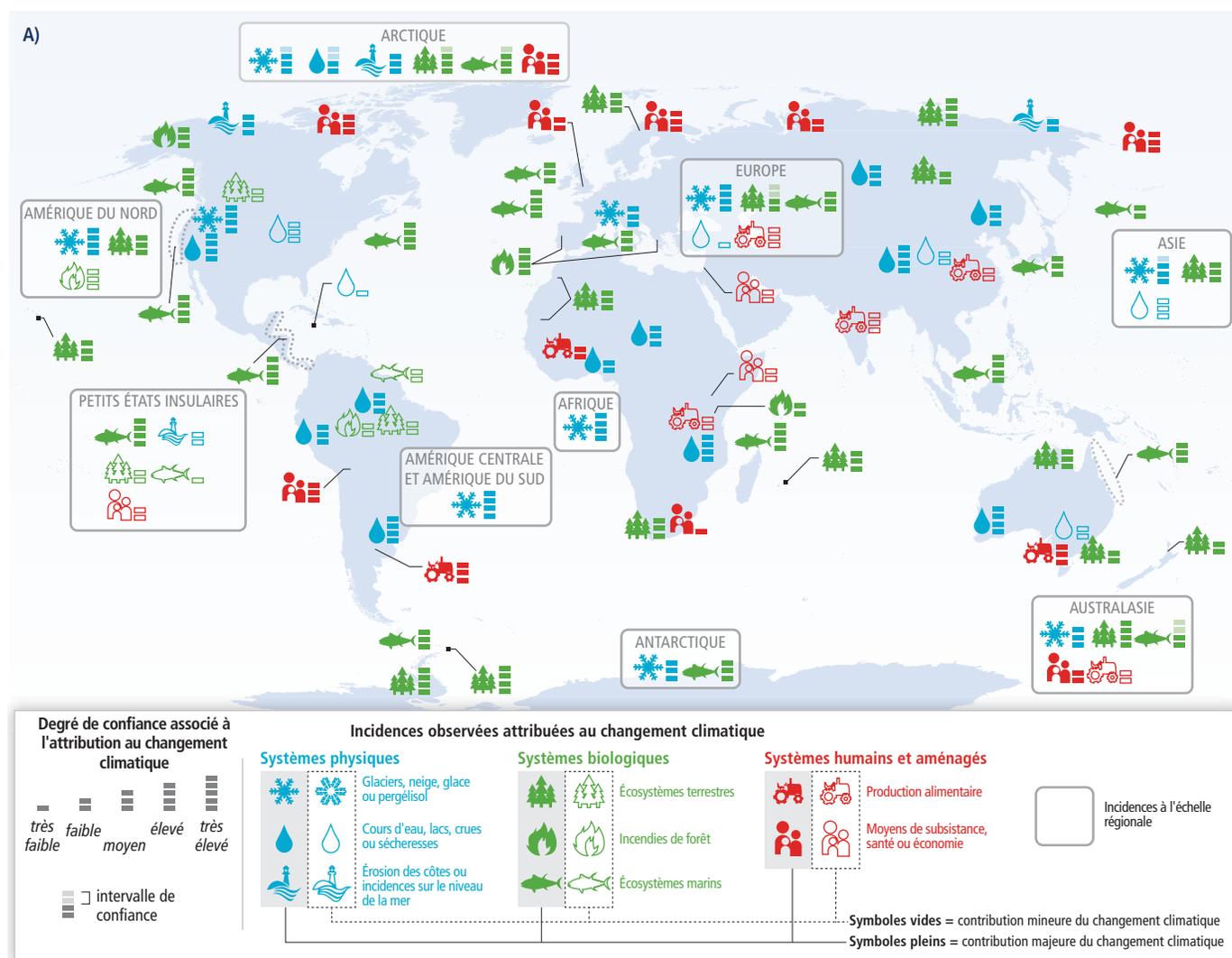


Figure RT.2

Suite à la page suivante →

Figure RT.2 (suite)

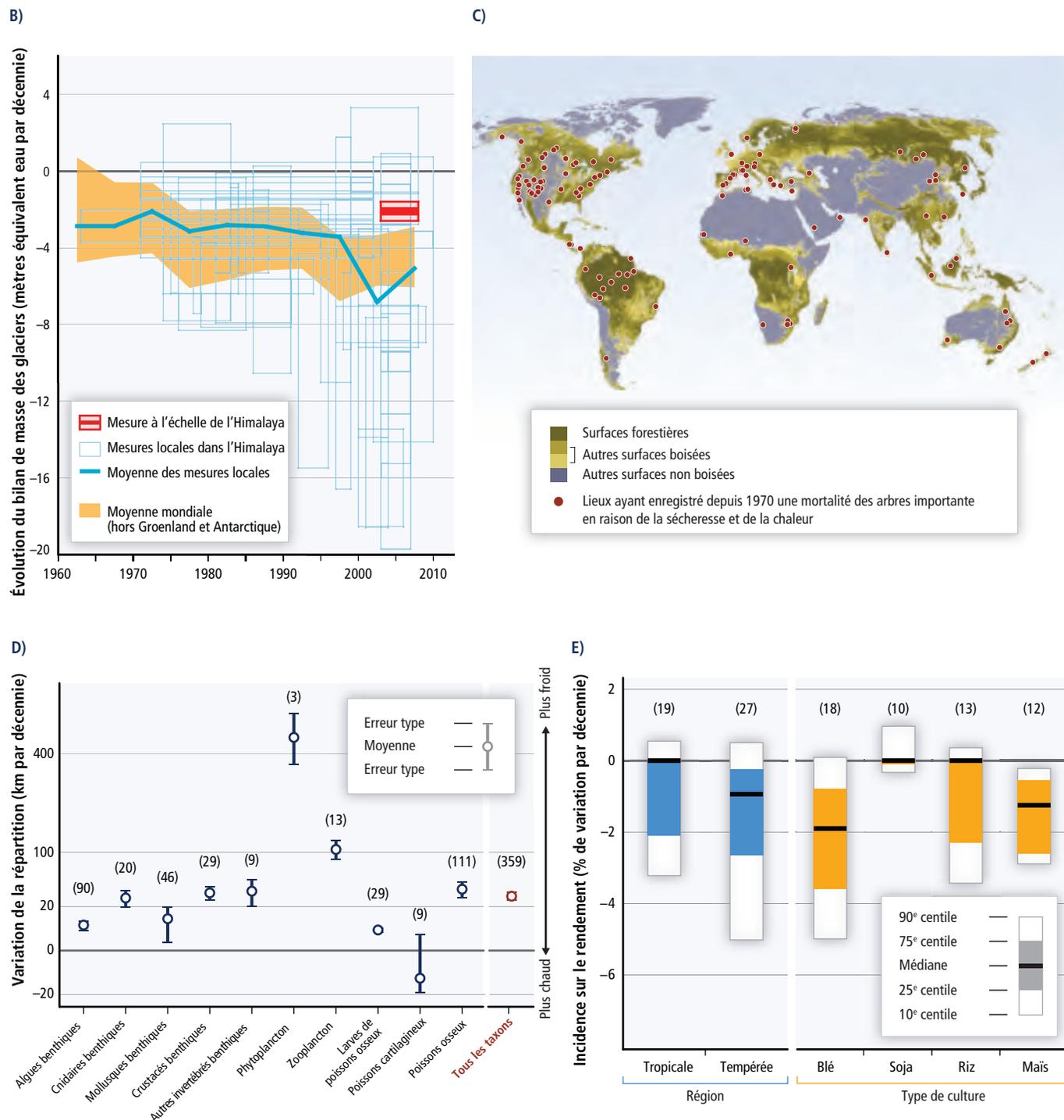


Figure RT.2 | Incidences à grande échelle dans un monde en pleine évolution. A) Répartition mondiale des incidences attribuées au changement climatique observées au cours des dernières décennies, fondée sur les résultats d'études réalisées depuis la parution du RE4. Les incidences sont indiquées à diverses échelles géographiques. 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. Le tableau RT.1 fournit une description des incidences. B) Évolution du bilan de masse des glaciers tirée de l'ensemble des mesures publiées exécutées sur les glaciers himalayens. Les valeurs négatives indiquent une perte de masse. Les mesures locales ont été exécutées essentiellement sur de petits glaciers himalayens accessibles. Elles sont représentées par des rectangles bleus centrés verticalement sur la moyenne et dont la longueur verticale correspond à un écart type de ± 1 pour les mesures annuelles et à un écart type de ± 1 pour les mesures pluriannuelles. La mesure à l'échelle de l'Himalaya (en rouge) a été obtenue par altimétrie laser par satellite. Les estimations de l'évolution de la moyenne mondiale de la masse des glaciers tirées du paragraphe 4.3 de la contribution du GTI au RE5 figurent à titre de référence, la zone ombrée indiquant l'écart type de ± 1 . C) Lieux où a été observée une mortalité des arbres importante en raison de la sécheresse et de la chaleur, partout dans le monde, entre 1970 et 2011. D) Rythmes moyens du changement de répartition (km par décennie) des groupes taxinomiques marins, fondés sur les observations recueillies de 1900 à 2010. Les changements positifs de la répartition correspondent au réchauffement (migration vers des eaux auparavant plus froides, généralement en direction des pôles). Le nombre de résultats analysés est indiqué entre parenthèses pour chaque catégorie. E) Résumé des incidences estimées des changements climatiques observés de 1960 à 2013 sur les rendements de quatre cultures importantes des régions tempérées et tropicales; le nombre de points de données analysés est indiqué entre parenthèses pour chaque catégorie. [figures 3-3, 4-7, 7-2, 18-3 et MB-2]

de confiance élevé). Des épisodes de chaleur extrême entraînent actuellement des augmentations de la mortalité et de la morbidité (*degré de confiance très élevé*), les effets variant avec l'âge des personnes touchées, le lieu et d'autres facteurs socio-économiques (*degré de confiance élevé*). Des tempêtes côtières extrêmes ont entraîné un excès de mortalité et de morbidité, en particulier le long de la côte Est des États-Unis d'Amérique et de celle du golfe du Mexique, tant au Mexique qu'aux États-Unis. En Amérique du Nord, les infrastructures sont en grande partie vulnérables à l'heure actuelle face aux phénomènes météorologiques extrêmes (*degré de confiance moyen*), le degré de vulnérabilité étant particulièrement élevé en ce qui concerne les ressources en eau et les transports dont les infrastructures se détériorent (*degré de confiance élevé*). [26.6, 26.7, figure 26-2]

- Dans l'Arctique, des phénomènes météorologiques extrêmes ont eu directement et indirectement des effets néfastes sur la santé (*degré de confiance élevé*). [28.2]

Ressources en eau douce

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*). Les glaciers continuent de reculer presque partout dans le monde à cause du changement climatique (*degré de confiance élevé*) (voir notamment la figure RT.2B), ce qui influe sur le ruissellement et sur les ressources en eau en aval (*degré de confiance moyen*). Le changement climatique provoque le réchauffement et la fonte du pergélisol aux hautes latitudes comme à haute altitude (*degré de confiance élevé*). Rien ne montre que la fréquence des sécheresses touchant les eaux de surface et les eaux souterraines a changé au cours des quelques dernières décennies. C'est principalement parce que la demande d'eau s'est accrue que les incidences des épisodes de sécheresse ont augmenté. [3.2, 4.3, 18.3, 18.5, 24.4, 25.5, 26.2, 28.2, tableaux 3-1 et 25-1, figures 18-2 et 26-1]

Tableau RT.1 | Incidences observées attribuées au changement climatique recensées dans la documentation scientifique depuis la parution du RE4. Le lien établi entre ces incidences et le changement climatique est assorti d'un degré de confiance *très faible, faible, moyen ou élevé*. La contribution du changement climatique aux évolutions observées dans les systèmes naturels et humains de huit grandes régions du monde au cours des dernières décennies est qualifiée de *majeure ou mineure*. [tableaux 18-5 à 18-9] La liste des incidences attribuables au changement climatique présentée dans ce tableau ne saurait être considérée comme exhaustive.

Afrique	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> • Recul des glaciers des hautes terres tropicales en Afrique de l'Est (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Réduction du débit des cours d'eau d'Afrique de l'Ouest (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Réchauffement de l'eau en surface et stratification accrue de la colonne d'eau dans les Grands Lacs et le lac Kariba (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Aggravation des sécheresses hydrologiques dans la région du Sahel depuis 1970, conditions partiellement plus humides depuis 1990 (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [22.2-3; tableaux 18-5, 18-6 et 22-3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la densité du couvert forestier dans l'ouest du Sahel et la portion semi-aride du Maroc, au-delà des changements provoqués par l'utilisation des terres (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Déplacement de l'aire de répartition de plusieurs espèces végétales et animales du sud, au-delà des changements provoqués par l'utilisation des terres (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Hausse de la fréquence des incendies incontrôlés sur le mont Kilimandjaro (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) [22.3; tableaux 18-7 et 22-3]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> • Déclin des récifs coralliens dans les eaux tropicales africaines, au-delà du déclin provoqué par les perturbations anthropiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [tableau 18-8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> • Réactions adaptatives des agriculteurs sud-africains à l'évolution des précipitations, au-delà des changements dus aux conditions économiques (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Déclin des arbres fruitiers dans la région du Sahel (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Augmentation des cas de paludisme dans les hautes terres du Kenya, au-delà des changements dus à la vaccination, à la résistance aux médicaments, à la démographie et aux moyens de subsistance (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) • Baisse de la productivité des pêches dans les Grands Lacs et le lac Kariba, au-delà des changements dus à la gestion des pêches et à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [7.2, 11.5, 13.2, 22.3; tableau 18-9]
Europe	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> • Recul des glaciers des Alpes, de la Scandinavie et de l'Islande (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Fréquence accrue des affaissements de versants rocheux dans l'ouest des Alpes (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Variation de la fréquence des débits extrêmes des cours d'eau et des inondations (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [18.3, 23.2-3; tableaux 18-5 et 18-6; WT I RES, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Reverdissement, émergence des feuilles et apparition des fruits plus précoces dans les forêts tempérées et boréales (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Propagation plus rapide des espèces végétales envahissantes en Europe, au-delà d'un seuil minimal d'invasion (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Arrivée plus précoce des oiseaux migrateurs en Europe depuis 1970 (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Déplacement vers le nord de la limite des arbres en Europe, au-delà des changements provoqués par l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Augmentation de la superficie des zones forestières brûlées au cours des récentes décennies au Portugal et en Grèce, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [4.3, 18.3; tableaux 18-7 et 23-6]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement vers le nord de l'aire de répartition d'espèces de zooplancton, de poissons, d'oiseaux de mer et d'invertébrés benthiques dans le nord-est de l'Atlantique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Déplacement vers le nord et vers le fond de la répartition de nombreuses espèces de poissons dans les mers d'Europe (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Évolution de la phénologie du plancton dans le nord-est de l'Atlantique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Propagation des espèces d'eau chaude dans la Méditerranée, au-delà des changements dus aux espèces envahissantes et aux perturbations anthropiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 23.6, 30.5; tableaux 6-2 et 18-8; encadré 6-1 et encart ET-BM]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> • Passage d'une mortalité due au froid à une mortalité due à la chaleur en Angleterre et au pays de Galles, au-delà des changements dus à l'exposition et aux services de soins de santé (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Incidences sur les moyens de subsistance des Sâmes, peuple du Nord de l'Europe, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Stagnation des rendements en blé dans certains pays au cours des dernières décennies, malgré les progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) • Incidences positives sur le rendement de certaines cultures, principalement en Europe du Nord, au-delà des changements dus aux progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) • Propagation du virus de la fièvre catarrhale du mouton et des tiques dans certaines régions d'Europe (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [18.4, 23.4-5; tableau 18-9; figure 7-2]

Suite à la page suivante →

Tableau RT.1 (suite)

Asie	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> • Fonte du pergélisol en Sibérie, en Asie centrale et sur le plateau tibétain (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Recul des glaciers dans la majeure partie de l'Asie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Variation de la disponibilité de l'eau dans beaucoup de bassins versants de Chine, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) • Augmentation du débit de plusieurs cours d'eau due à la fonte des glaciers (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Arrivée plus précoce de la crue printanière maximale des cours d'eau de Russie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Baisse du taux d'humidité des sols dans le centre-nord et le nord-est de la Chine (1950–2006) (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Dégradation des eaux de surface dans certaines régions de l'Asie, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [24.3–4, 28.2; tableaux 18–5, 18–6 et SM24–4; encadré 3–1; GTI RE5, 4.3, 10.5]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Changements de la phénologie et de la croissance des végétaux dans de nombreuses régions d'Asie (reverdissement plus précoce), en particulier dans le nord et dans l'est (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Déplacement de l'aire de répartition de nombreuses espèces végétales et animales vers de plus hautes altitudes ou de plus hautes latitudes, en particulier dans le nord de l'Asie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Invasion des forêts de mélèzes sibériennes par des pins et des épinettes au cours des dernières décennies (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Propagation d'espèces arbustives dans la toundra sibérienne (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [4.3, 24.4, 28.2; tableau 18–7; figure 4–4]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> • Déclin des récifs coralliens dans les eaux tropicales d'Asie, au-delà du déclin dû aux perturbations anthropiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Déplacement vers le nord de l'aire de répartition des coraux dans l'est de la mer de Chine et dans l'ouest du Pacifique, et de celle d'un poisson prédateur dans la mer du Japon (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Remplacement des sardines par des anchois dans l'ouest du Pacifique Nord, au-delà des fluctuations dues à la pêche (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Accélération de l'érosion côtière dans les régions arctiques de l'Asie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 24.4, 30.5; tableaux 6–2 et 18–8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> • Incidences sur les moyens de subsistance des groupes autochtones de l'Arctique russe, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Incidences négatives sur les rendements globaux en blé en Asie du Sud, au-delà des hausses dues aux progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) • Incidences négatives sur les rendements globaux en blé et en maïs en Chine, au-delà des hausses dues aux progrès technologiques (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) • Propagation d'une maladie d'origine hydrique en Israël (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [7.2, 13.2, 18.4, 28.2; tableaux 18–4 et 18–9; figure 7–2]
Australasie	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction sensible de l'épaisseur de neige en fin de saison dans trois sites alpins d'Australie sur quatre (1957–2002) (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Réduction sensible du volume de glace et des glaciers en Nouvelle-Zélande (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Intensification des sécheresses hydrologiques dues au réchauffement régional dans le sud-est de l'Australie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) • Réduction de l'apport d'eau dans les bassins versants du sud-ouest de l'Australie (depuis le milieu des années 1970) (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [25.5; tableaux 18–5, 18–6 et 25–1; GTI RE5, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Changements des caractères génétiques, de la croissance, de la répartition et de la phénologie de nombreuses espèces, notamment des oiseaux, des papillons et des plantes, en Australie, au-delà des fluctuations dues aux variations locales du climat, à l'utilisation des terres, à la pollution et aux espèces envahissantes (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Expansion de certains milieux humides au détriment des milieux boisés adjacents dans le sud-est de l'Australie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Expansion de la forêt pluviale de mousson au détriment des savanes et des prairies dans le nord de l'Australie (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Migration des civelles avancée de plusieurs semaines dans le fleuve Waikato, en Nouvelle-Zélande (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) [tableaux 18–7 et 25–3]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement vers le sud de l'aire de répartition d'espèces marines à proximité de l'Australie, au-delà des changements dus à des fluctuations écologiques à court terme, à la pêche et à la pollution (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Modification du calendrier des migrations des oiseaux de mer en Australie (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Blanchissement accéléré des coraux de la Grande Barrière de corail et du récif d'Australie-Occidentale, au-delà des effets de la pollution et des perturbations physiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Changement de configuration des maladies des coraux de la Grande Barrière, au-delà des effets de la pollution (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 25.6; tableaux 18–8 et 25–3]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> • Maturation plus précoce du raisin au cours des dernières décennies, au-delà des changements dus à une meilleure gestion (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Changement du ratio mortalité hivernale/mortalité estivale humaine en Australie, au-delà des changements dus à l'exposition et aux soins de santé (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) • Relocalisation ou diversification des activités agricoles en Australie, au-delà des changements dus aux politiques, à l'évolution des marchés et à la variabilité à court terme du climat (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [11.4, 18.4, 25.7–8; tableaux 18–9 et 25–3; encadré 25–5]
Amérique du Nord	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> • Recul des glaciers de l'ouest et du nord de l'Amérique du Nord (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Réduction du volume de l'eau contenue dans le manteau neigeux au printemps, dans l'ouest de l'Amérique du Nord (1960–2002) (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Crues maximales plus précoces dans les bassins versants dominés par la neige dans l'ouest de l'Amérique du Nord (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Volume de ruissellement accru dans le Mid est et le nord-est des États- nis (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [tableaux 18–5 et 18–6; GTI RE5, 2.6, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Changements de la phénologie et déplacement de l'aire de répartition des espèces de plusieurs taxons vers le nord et vers de plus hautes altitudes (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Augmentation de la fréquence des incendies dans les forêts de conifères subarctiques et la toundra (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) • Augmentations régionales de la mortalité des arbres et des infestations d'insectes dans les forêts (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) • Augmentations de la gravité, de la fréquence et de la durée des incendies de forêt et accroissement de la superficie des zones brûlées dans l'ouest des États- nis et les forêts boréales du Canada, au-delà des changements dus à l'utilisation des terres et à la gestion des incendies (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution mineure du changement climatique) [26.4, 28.2; tableau 18–7; encadré 26–2]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement vers le nord de l'aire de répartition des espèces de poissons du nord-ouest de l'Atlantique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Variations des moulières sur la côte ouest des États- nis (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Changements des migrations et de la survie du saumon dans le nord-est du Pacifique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) • Aggravation de l'érosion côtière en Alaska et au Canada (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [18.3, 30.5; tableaux 6–2 et 18–8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> • Incidences sur les moyens de subsistance des groupes autochtones de l'Arctique canadien, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [18.4, 28.2; tableaux 18–4 et 18–9]

RT

Tableau RT.1 (suite)

Amérique centrale et Amérique du Sud	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Recul des glaciers andins (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Variations des crues extrêmes de l'Amazone (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Variations du débit des cours d'eau de l'ouest des Andes (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation du débit des cours d'eau dans les sous-bassins du Rio de la Plata, au-delà des augmentations dues à l'utilisation des terres (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [27.3; tableaux 18-5, 18-6 et 27-3; GTI RE5, 4.3]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Hausse du taux de mortalité des arbres et de la fréquence des incendies de forêt dans le bassin de l'Amazone (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Dégradation et recul de la forêt pluviale dans l'Amazone, au-delà des tendances de référence du déboisement et de la dégradation des sols (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [4.3, 18.3, 27.2-3; tableau 18-7]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Blanchissement accru des coraux dans l'ouest des Caraïbes, au-delà des effets de la pollution et des perturbations physiques (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Dégradation des mangroves sur la côte nord de l'Amérique du Sud, au-delà des dommages causés par la pollution et l'utilisation des terres (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [27.3; tableau 18-8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Vulnérabilité accrue des moyens de subsistance des agriculteurs aymaras de Bolivie due aux pénuries d'eau, au-delà des effets d'une aggravation des facteurs de stress social et économique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation des rendements agricoles et agrandissement des superficies de terres cultivées dans certaines zones du sud-est de l'Amérique du Sud, au-delà de l'augmentation due aux progrès technologiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [13.1, 27.3; tableau 18-9]
Régions polaires	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Recul des glaces de mer en été (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Réduction du volume des glaciers de l'Arctique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Diminution de l'enneigement à travers l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Fonte généralisée du pergélisol, en particulier dans le sud de l'Arctique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Perte de masse de glace sur la côte de l'Antarctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Accroissement du débit des grandes rivières circumpolaires (1997-2007) (<i>degré de confiance faible</i>, contribution majeure du changement climatique) Accroissement du débit hivernal minimal des cours d'eau dans la plupart des régions de l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Hausse de la température de l'eau des lacs de 1985 à 2009 et prolongement de la saison sans glace (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Disparition des lacs thermokarstiques due à la fonte du pergélisol dans le Bas-Arctique. Création de nouveaux lacs dans les anciennes tourbières gelées (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [28.2; tableaux 18-5 et 18-6; GTI RE5, 4.2-4, 4.6, 10.5]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Expansion du couvert arbustif dans la toundra d'Amérique du Nord et d'Eurasie (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement de la limite des arbres vers des latitudes et des altitudes plus hautes (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Modifications des aires de reproduction et de la taille des populations d'oiseaux subarctiques dues à une réduction de l'enneigement ou à la colonisation de la toundra par la flore arbustive (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Disparition des écosystèmes à combes à neige et de la toundra parsemée de buttes gazonnées (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Incidents sur les animaux de la toundra de l'augmentation des couches de glace formées dans le manteau neigeux à la suite d'épisodes de pluie sur la neige (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Expansion de l'aire de répartition des espèces végétales dans l'ouest de la péninsule antarctique et les îles voisines au cours des 50 dernières années (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Productivité accrue du phytoplancton dans les lacs de l'île Signy (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) [28.2; tableau 18-7]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de l'érosion côtière partout dans l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Effets négatifs sur les espèces non migratrices de l'Arctique (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Baisse de la réussite de la reproduction des oiseaux de mer de l'Arctique (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déclin des populations de phoques et d'oiseaux de mer de l'océan Austral (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Amincissement des coquilles des foraminifères dans les océans du Sud, dû à l'acidification des océans (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Réduction de la densité du krill dans la mer de la Scotia (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [6.3, 18.3, 28.2-3; tableau 18-8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Incidences sur les moyens de subsistance des populations autochtones de l'Arctique, au-delà des effets des changements économiques et sociopolitiques (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Augmentation du trafic maritime dans le détroit de Béring (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) [18.4, 28.2; tableaux 18-4 et 18-9; figure 28-4]
Petites îles	
Neige et glace, cours d'eau et lacs, inondations et sécheresses	<ul style="list-style-type: none"> Aggravation de la pénurie d'eau en Jamaïque, au-delà des effets de l'utilisation de l'eau (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [Tableau 18-6]
Écosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Évolution des populations d'oiseaux tropicaux à Maurice (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déclin d'une espèce végétale endémique à Hawaï (<i>degré de confiance moyen</i>, contribution majeure du changement climatique) Déplacement vers le haut de la limite des arbres et des espèces animales qui en dépendent dans les îles à relief élevé (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [29.3; tableau 18-7]
Érosion côtière et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> Blanchissement accru du corail autour de nombreuses petites îles tropicales, au-delà des effets de la dégradation due à la pêche et à la pollution (<i>degré de confiance élevé</i>, contribution majeure du changement climatique) Dégradation des mangroves, des milieux humides et des herbiers marins autour des petites îles, au-delà des effets dus à d'autres sources de perturbations (<i>degré de confiance très faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Aggravation des inondations et de l'érosion, au-delà des effets dus aux activités humaines, à l'érosion naturelle et à l'accrétion (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) Dégradation des eaux souterraines et des écosystèmes d'eau douce due aux intrusions salines, au-delà de la dégradation due à la pollution et au pompage de l'eau souterraine (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [29.3; tableau 18-8]
Production alimentaire et moyens de subsistance	<ul style="list-style-type: none"> Dégradation accrue des pêches côtières due à des effets directs et aux effets du blanchissement accru des coraux, au-delà de la dégradation due à la surpêche et à la pollution (<i>degré de confiance faible</i>, contribution mineure du changement climatique) [18.3-4, 29.3, 30.6; tableau 18-9; encart ET-RC]

Écosystèmes terrestres et dulçaquicoles

Les aires de répartition et les activités saisonnières ont évolué pour de nombreuses espèces de la flore et de la faune terrestres, dulçaquicoles et marines dont l'abondance a changé en réponse aux changements climatiques observés ces dernières décennies; ces processus touchent à présent de nombreuses régions (degré de confiance élevé). L'augmentation de la mortalité des arbres observée à des emplacements nombreux dans le monde a été attribuée dans certaines régions au changement climatique (figure RT.2C). Dans beaucoup de régions, on a détecté une augmentation de la fréquence ou de l'intensité des perturbations que subissent les écosystèmes, à savoir des sécheresses, des tempêtes, des incendies et des invasions de parasites, ce qui, dans certains cas, a été attribué au changement climatique (*degré de confiance moyen*). Bien que des changements climatiques récents aient contribué à l'extinction de certaines espèces d'amphibiens d'Amérique centrale (*degré de confiance moyen*), la plus grande partie des extinctions d'espèces observées dernièrement ne sont pas attribuées à de tels changements (*degré de confiance élevé*). [4.2, 4.4, 18.3, 18.5, 22.3, 25.6, 26.4, 28.2, figure 4-10, encadrés 4-2, 4-3, 4-4 et 25-3]

Systèmes côtiers et basses terres littorales

Les systèmes côtiers sont particulièrement sensibles aux variations du niveau de la mer et de la température des océans, ainsi qu'à l'acidification des océans (degré de confiance très élevé). Le blanchissement des coraux et la redistribution des espèces ont été attribués aux changements touchant la température des océans. Pour de nombreux autres changements côtiers, il est difficile de déceler les incidences du changement climatique, compte tenu des autres facteurs d'origine humaine en jeu (ex.: changements d'affectation des terres, développement du littoral, pollution) (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). [5.3 à 5.5, 18.3, 25.6, 26.4, encadré 25-3]

Systèmes marins

Le réchauffement a causé et continuera d'entraîner des changements touchant l'abondance, les aires de répartition, les mouvements migratoires et l'échelonnement des activités saisonnières d'espèces marines (degré de confiance très élevé), parallèlement à une réduction de la masse corporelle maximale (degré de confiance moyen). Cela a déjà eu pour conséquence et continuera d'entraîner une évolution des interactions entre les espèces, notamment en matière de concurrence et de dynamique prédateurs-proies (*degré de confiance élevé*). De nombreuses observations recueillies au cours des dernières décennies dans tous les bassins océaniques font apparaître des changements d'échelle mondiale, notamment une redistribution à grande échelle des espèces (*degré de confiance très élevé*) et une altération dans la composition des écosystèmes (*degré de confiance élevé*) à des échelles multiséculaires, associés aux tendances du climat. Les aires de répartition ou l'abondance de beaucoup d'espèces de poissons, d'invertébrés et de phytoplancton ont subi des déplacements vers des eaux plus froides, à savoir vers les pôles ou vers des eaux plus profondes (figure RT.2D). En ce qui concerne certains coraux d'eaux chaudes et les récifs qu'ils forment, on observe que, sous l'action du réchauffement, certaines espèces se sont substituées

à d'autres, le blanchissement corallien est à l'œuvre et la couverture corallienne diminue, ce qui se traduit par une perte d'habitats. Peu d'observations sur le terrain viennent corroborer l'attribution des réponses biologiques à une acidification océanique d'origine anthropique; en de nombreux lieux, ces réponses ne se situent pas en dehors de leur variabilité naturelle et peuvent être influencées par des facteurs de confusion locaux ou régionaux (voir l'encadré RT.7). Nous savons que les changements climatiques naturels à l'échelle du globe, moins rapides que les changements anthropiques que nous observons actuellement, ont entraîné au cours des derniers millions d'années des bouleversements dans les écosystèmes, y compris l'émergence de nouvelles espèces et l'extinction d'espèces existantes. [5.4, 6.1, 6.3 à 6.5, 18.3, 18.5, 22.3, 25.6, 26.4, 30.4, 30.5, encadré 25-3, encarts ET-AO, ET-RC et ET-BM]

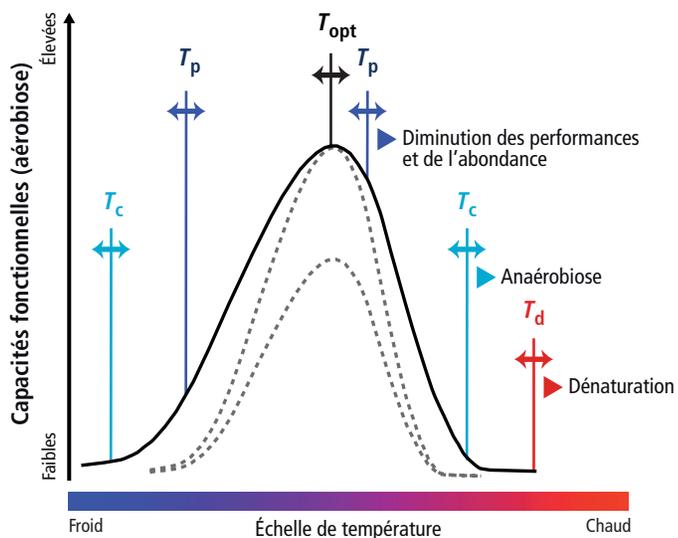
La physiologie de la plupart des organismes marins, qui définit l'amplitude des températures auxquelles ceux-ci peuvent résister, à savoir leur sensibilité à la température, rend ces organismes vulnérables au changement climatique (degré de confiance élevé). Voir la figure RT.3. C'est la température qui définit l'aire de répartition de nombreuses espèces et leur réponse au changement climatique. Les changements touchant les moyennes et les extrêmes de température modifient l'habitat (ex.: l'habitat côtier et l'habitat des glaces de mer) et provoquent des bouleversements dans l'abondance des espèces, en raison de la disparition d'espèces locales, l'expansion ou le déplacement des aires de répartition sur le plan de la latitude pouvant atteindre des centaines de kilomètres par décennie (*degré de confiance très élevé*). Il peut se produire des adaptations génétiques (*degré de confiance moyen*), mais face au rythme actuel de l'évolution de la température la faune et la flore ne disposent que d'une capacité d'adaptation limitée (*degré de confiance faible*). [6.3, 6.5, 30.5]

La diminution de la ventilation et de la solubilité de l'oxygène dans les masses d'eau océaniques présentant une stratification accrue compte tenu de l'élévation de la température produit l'expansion des zones de minimum d'oxygène dans les régions tropicales des océans Pacifique, Atlantique et Indien (degré de confiance élevé). Parallèlement aux activités humaines qui accroissent la productivité des systèmes côtiers, le nombre et le volume des masses d'eau hypoxiques («zones mortes») augmentent. Une hypoxie exacerbée à l'échelle régionale entraîne des changements dans les biotes qui tolèrent l'hypoxie et réduit l'habitat des espèces commerciales, ce qui a des conséquences sur la pêche. [6.1, 6.3, 30.3, 30.5, 30.6; GTI RE5 3.8]

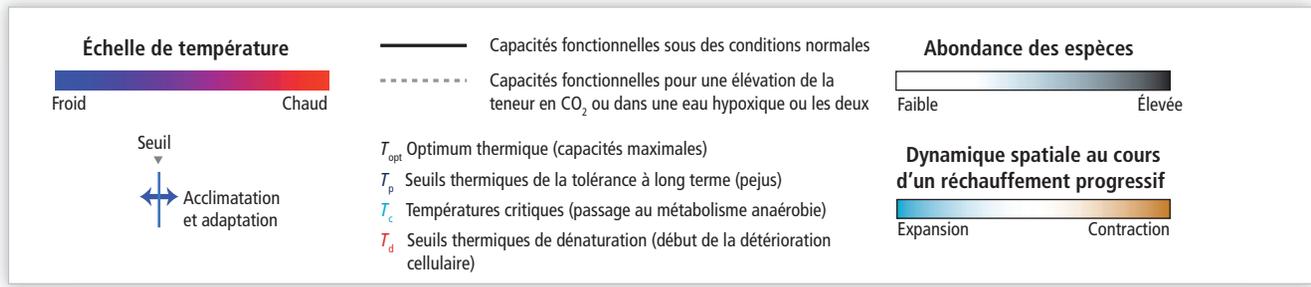
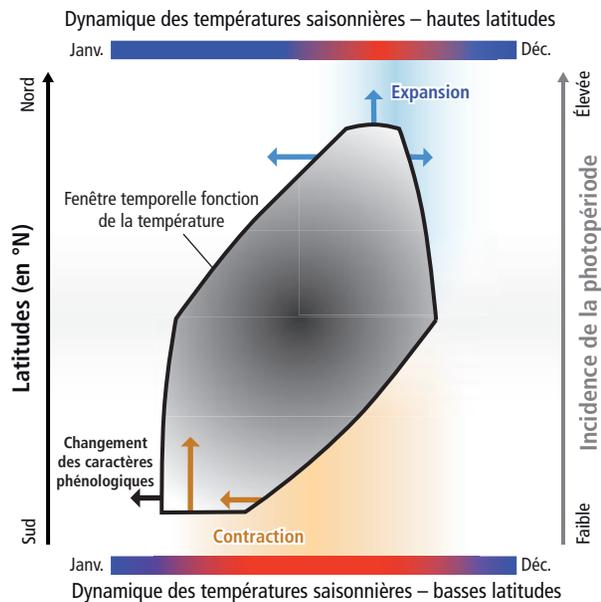
Systèmes de production et sécurité alimentaires

Selon de nombreuses études portant sur un large éventail de régions et de types de cultures, on observe davantage d'incidences négatives que d'incidences positives du changement climatique sur le rendement des cultures (degré de confiance élevé). Les études moins nombreuses faisant état d'incidences positives portent principalement sur des régions de hautes latitudes, bien qu'il reste difficile de déterminer, à l'heure actuelle, si le bilan global des incidences observées dans ces régions est positif ou négatif. Le changement climatique a eu un effet négatif sur les rendements des cultures de blé et de maïs dans de nombreuses régions, ainsi qu'à l'échelle mondiale (*degré de confiance moyen*). Les incidences observées sur les rendements des cultures de riz et de soja ont été moindres dans les principales régions productrices ainsi qu'à l'échelle mondiale, le changement

A) Fenêtres de tolérance thermique de différents animaux: seuils et acclimation



B) Dynamique spatiale au cours d'un réchauffement progressif



C)

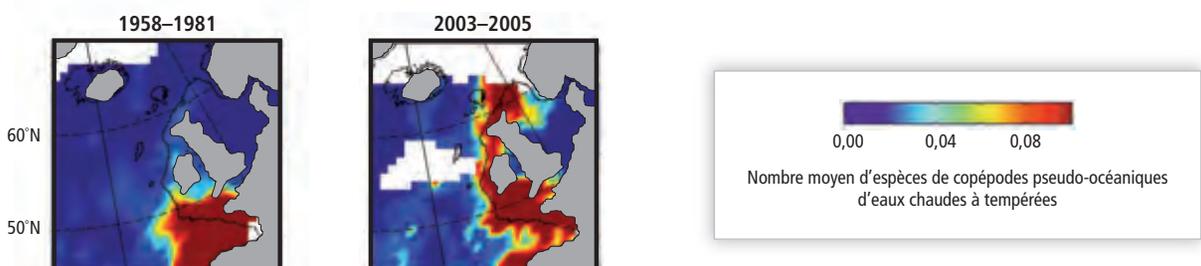


Figure RT.3 | La spécialisation thermique des espèces (A), influencée par d'autres facteurs, telle la teneur en oxygène, provoque des changements d'aires de répartition induits par le réchauffement (B), par exemple le fait que l'aire de répartition des espèces des eaux chaudes à tempérées de l'Atlantique Nord s'étende vers le nord (C). Ces changements de répartition sont fonction de facteurs physiologiques et écologiques propres à chaque espèce. Voici le détail de chaque panneau: A) L'intervalle de tolérance thermique et les degrés de capacités fonctionnelles d'un organisme sont décrits à l'aide d'une courbe des performances physiologiques. Ces performances (ex.: motricité, croissance, reproduction) atteignent un pic à l'optimum thermique (T_{opt}) et diminuent quand la température baisse ou s'élève. Quand les seuils thermiques (T_p) sont dépassés, les organismes se placent dans un processus de tolérance dont la durée est limitée. Si les changements de température atteignent des valeurs plus extrêmes, les seuils dépassés entraînent d'abord des perturbations métaboliques (T_c) puis une détérioration cellulaire (T_d). Pour un organisme, ces seuils peuvent varier (flèches horizontales), dans certaines limites, entre l'été et l'hiver (acclimation saisonnière) ou lorsque les espèces s'adaptent à des climats plus froids ou plus chauds au fil des générations (adaptation évolutive). Si la teneur en CO_2 augmente (acidification des océans) ou que la concentration d'oxygène diminue, la fenêtre thermique se rétrécit (lignes grises pointillées). B) Au cours d'un réchauffement climatique, une espèce suit la température normale qui lui correspond au fur et à mesure des déplacements de celle-ci, ce qui généralement entraîne un déplacement vers les pôles de l'aire biogéographique (exemple donné pour l'hémisphère Nord). Le polygone délimite l'aire de répartition dans l'espace et la saison, les nuances de gris indiquant l'abondance. C) Changements à long terme du nombre moyen d'espèces de copépodes pseudo-océaniques d'eaux chaudes à tempérées dans le nord-est de l'Atlantique de 1958 à 2005. [figures 6-5, 6-7 et 6-8]

médian calculé à partir de l'ensemble des données disponibles — moins nombreuses dans le cas du soja que pour les autres cultures — s'établissant à zéro. En matière de sécurité alimentaire, les incidences observées ont trait surtout à différents aspects de la production plutôt qu'à l'accès aux denrées alimentaires ou à d'autres composantes (voir figure RT.2E). Depuis la parution du RE4, plusieurs épisodes d'augmentation rapide des prix des aliments et des céréales, consécutifs à des phénomènes climatiques extrêmes dans les principales régions productrices, ont laissé conclure à une sensibilité des marchés actuels à ce type d'événements, parmi d'autres facteurs (*degré de*

confiance moyen). Les rendements des cultures présentent une sensibilité négative importante aux extrêmes de la température diurne qui atteignent près de 30 °C, et ce tout au long de la saison de croissance (*degré de confiance élevé*). Dans la plupart des cas, le CO_2 présente un effet stimulant sur le rendement des cultures, tandis qu'une élévation de la concentration d'ozone troposphérique a un effet néfaste. Les interactions entre le CO_2 et l'ozone, la température moyenne, les phénomènes extrêmes, l'eau et l'azote sont à la fois non linéaires et difficiles à prévoir (*degré de confiance moyen*). [7.2, 7.3, 18.4, 22.3, 26.5, figures 7-2, 7-3 et 7-7, encadré 25-3]

Zones urbaines

Plus de la moitié de la population mondiale ainsi que la plus grande partie des actifs construits et des activités économiques se situent en zone urbaine. Une forte proportion de la population et des activités économiques en danger face au changement climatique se situent dans des zones urbaines, et une forte proportion des gaz à effet de serre, à l'échelle mondiale, sont émis par des activités urbaines et les habitants des villes. Les villes se composent de systèmes complexes interdépendants que les municipalités, appuyées par une gouvernance coopérative multiscalaire, peuvent mettre à profit pour contribuer à l'adaptation au changement climatique (*degré de confiance moyen*). Cela peut donner lieu à des synergies en rapport avec les investissements et l'entretien d'infrastructures, l'aménagement du territoire, la création de moyens de subsistance et la protection des écoservices. [8.1, 8.3, 8.4]

Dans les pays en développement, l'urbanisation et la croissance rapides des grandes villes donnent lieu à l'expansion de communautés fortement vulnérables, à l'habitat non structuré, souvent situé sur des terres exposées aux phénomènes météorologiques extrêmes (degré de confiance moyen). [8.2, 8.3]

Zones rurales

Le changement climatique se produira dans les zones rurales dans le contexte de nombreuses tendances importantes sur le plan économique et social et sur celui de l'utilisation des terres (degré de confiance très élevé). Dans différentes régions, la population rurale a atteint un maximum en nombre absolu ou l'atteindra dans les quelques décennies à venir. La proportion de la population rurale qui vit de l'agriculture varie selon les régions, mais elle diminue partout. C'est dans les zones rurales que les taux de pauvreté sont les plus élevés, mais qu'ils diminuent aussi le plus nettement, et que l'extrême pauvreté perd du terrain. Les

zones rurales de l'Afrique subsaharienne font cependant exception dans les deux cas, puisqu'on y relève une hausse des taux de pauvreté et de l'extrême pauvreté. L'accélération de la mondialisation, compte tenu de ses effets sur la migration, la main d'œuvre, le commerce régional et international et la diffusion des technologies de l'information et de la communication, apporte des transformations économiques dans les zones rurales des pays développés et en développement. [9.3, figure 9-2]

Pour les communautés et les familles vivant dans les zones rurales, l'accès à la terre et aux richesses naturelles, la souplesse des institutions locales, la connaissance et l'information, et les stratégies de subsistance peuvent contribuer à la résilience au changement climatique (degré de confiance élevé). Dans les pays en développement en particulier, les populations rurales sont soumises à de multiples facteurs de perturbation non climatique, notamment le sous-investissement appliqué à l'agriculture, les problèmes découlant des politiques relatives à l'aménagement du territoire et aux richesses naturelles, et les processus de dégradation de l'environnement (*degré de confiance très élevé*). Dans les pays développés, on observe d'importants changements allant dans le sens d'une utilisation multiple des zones rurales, en particulier pour les loisirs, ainsi que l'adoption de nouvelles politiques rurales se fondant sur la collaboration de nombreuses parties prenantes, le ciblage de plusieurs secteurs et l'abandon de politiques de subventions à la faveur de politiques d'investissement. [9.3, 22.4, tableau 9-3]

Secteurs et services économiques essentiels

La hausse des pertes économiques dues aux phénomènes météorologiques extrêmes, observée à l'échelle mondiale, résulte principalement de l'augmentation des richesses et de l'exposition, le changement climatique ayant probablement une influence (degré de confiance faible quant à cette probabilité).

RT

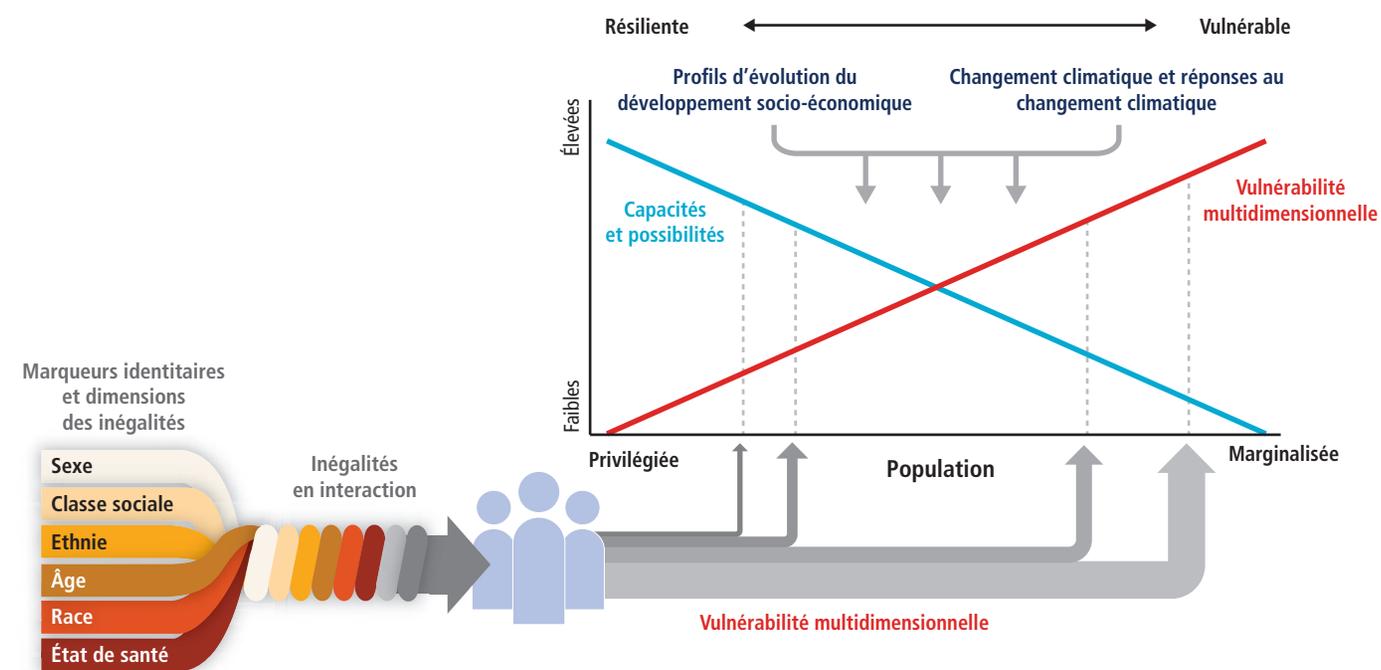


Figure 1 de l'encadré RT.4 | Vulnérabilité multidimensionnelle engendrée par l'interaction des inégalités. La vulnérabilité augmente quand les capacités et les possibilités d'adaptation au changement climatique et d'ajustement aux réponses au changement climatique diminuent. [Figure 13-5]

Encadré RT.4 | Dimensions multiples de l'inégalité et de la vulnérabilité face au changement climatique

Les populations qui sont marginalisées sur le plan social, économique, culturel, politique, institutionnel ou autrement sont particulièrement vulnérables au changement climatique ainsi qu'à certaines stratégies d'adaptation et d'atténuation (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Cette vulnérabilité accrue est rarement attribuable à une cause unique; elle est plutôt due à l'interaction de processus sociaux qui provoque l'inégalité du statut socio-économique et des revenus ainsi que du degré d'exposition. Ces processus sociaux incluent par exemple la discrimination fondée sur le sexe, la classe sociale, l'ethnie, l'âge et l'état de santé (voir la figure 1 du présent encadré à la page précédente). Pour parvenir à comprendre les différences de capacités et de possibilités entre les individus, les ménages et les communautés, il faut étudier les interactions des différents facteurs sociaux déterminants, qui peuvent se rapporter à certains contextes ou être assemblés de différentes façons (ex.: classe sociale et ethnie d'un côté et sexe et âge de l'autre). Rares sont les études qui décrivent l'ensemble du spectre des processus sociaux qui interagissent et les différentes façons suivant lesquelles ils contribuent à une vulnérabilité multidimensionnelle au changement climatique.

Voici des exemples d'incidences et de risques, liés aux inégalités, découlant du changement climatique et des réponses au changement climatique (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*):

- Les membres les plus favorisés de la société peuvent tirer parti des incidences du changement climatique et des stratégies de réponse mises en place, compte tenu de la souplesse dont ils disposent pour mobiliser des ressources ou y accéder, et de leur position de force, souvent au détriment de leurs congénères. [13.2, 13.3, 22.4, 26.8]
- Si les incidences diffèrent entre les hommes et les femmes, c'est que leurs rôles au sein de la société sont distincts, c'est aussi fonction de la façon dont ces rôles sont renforcés ou entravés par d'autres dimensions de l'inégalité, de la différence de perception du risque et de la nature de la réponse aux aléas. [8.2, 9.3, 11.3, 12.2, 13.2, 18.4, 19.6, 22.4, encart ET-HFC]
- Qu'il s'agisse d'hommes ou de femmes, les victimes des inondations sont dénombrées et les différences varient en fonction du rang socio-économique, du métier et du poids de la culture sur le devoir de sauver des vies. Bien que les femmes soient en général plus sensibles au stress thermique, on dénombre davantage de décès chez les hommes en grande partie en raison de leurs responsabilités professionnelles, que ceux-ci travaillent à l'extérieur ou à l'intérieur. [11.3, 13.2, encart ET-HFC]
- Les incidences des phénomènes météorologiques extrêmes et des changements climatiques, ainsi que les réactions à ces événements (ex.: l'émigration des hommes) exigent encore davantage des femmes tant dans leur travail que dans les soins qu'elles prodiguent, alors que leur détresse psychologique et émotionnelle augmente, que leur ration alimentaire diminue, que leur déplacement a des effets néfastes sur leur santé mentale et, dans certains cas, que les violences familiales augmentent. [9.3, 9.4, 12.4, 13.2, encart ET-HFC]
- Les enfants et les personnes âgées sont souvent les plus vulnérables, en raison d'une mobilité réduite, d'un apport calorique réduit, de l'isolement social ou encore parce qu'ils contractent plus facilement des maladies infectieuses. Alors que les adultes et les enfants les plus vieux sont davantage touchés par certaines maladies à vecteurs sensibles au climat, telles que la dengue, les enfants les plus jeunes risquent davantage de mourir des suites de maladies diarrhéiques ou en cas d'inondations, ou leur vie d'être gravement compromise. L'intégrité physique et la vie des personnes âgées sont disproportionnellement exposées au stress thermique, aux sécheresses et aux incendies de forêt. [8.2, 10.9, 11.1, 11.4, 11.5, 13.2, 22.4, 23.5, 26.6]
- La plupart du temps en milieu urbain, les catégories à faible revenu, y compris les immigrants, sont exposées à des risques importants découlant du changement climatique, en raison de leurs logements de piètre qualité, insalubres et surpeuplés, d'infrastructures inadéquates, de leur vulnérabilité face aux inondations et de l'absence de soins de santé, de services en cas d'urgence ou de mesures de réduction des risques de catastrophe. [8.1, 8.2, 8.4, 8.5, 12.4, 22.3, 26.8]
- Les catégories défavorisées compte tenu de leur race et de leur origine ethnique, en particulier dans les pays développés, sont davantage touchées par le stress thermique, souvent en raison d'une mauvaise situation économique, de mauvaises conditions sanitaires et des déplacements subis à la suite d'événements extrêmes. [11.3, 12.4, 13.2]
- Les modes de subsistance et de vie des populations autochtones, des éleveurs et des pêcheurs reposent souvent sur les ressources naturelles disponibles, sont très sensibles aux changements climatiques et aux politiques en la matière, en particulier celles qui tendent à marginaliser leurs connaissances, leurs valeurs et leurs activités. [9.3, 11.3, 12.3, 14.2, 22.4, 25.8, 26.8, 28.2]
- Les catégories défavorisées, sans accès à la terre et à l'emploi, y compris les familles monoparentales dirigées par une femme, tendent à moins bien tirer parti des mécanismes mis en place en réponse au changement climatique (ex.: mécanisme de développement propre (MDP), réduction des émissions résultant du déboisement et de la dégradation des forêts (REDD+), acquisitions foncières à grande échelle pour la production de biocarburants et projets planifiés d'adaptation agricole). [9.3, 12.2, 12.5, 13.3, 22.4, 22.6]

Les inondations peuvent avoir d'énormes coûts sur le plan économique, tant en matière d'incidences (ex.: destruction de capitaux et perturbations) qu'en matière d'adaptation (ex.: construction, investissements défensifs) (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Depuis le milieu du XX^e siècle, les pertes socio-économiques imputables aux inondations ont augmenté principalement en raison d'une augmentation de l'exposition et de la vulnérabilité (*degré de confiance élevé*). [3.2, 3.4, 10.3, 18.4, 23.2, 23.3, 26.7, figure 26-2, encadré 25-7]

Santé humaine

À l'heure actuelle, le fardeau des maladies humaines provoquées à l'échelle mondiale par le changement climatique est relativement faible comparativement aux effets d'autres facteurs de perturbation et reste mal quantifié. On a cependant observé une hausse du nombre de décès dus à la chaleur et une baisse des décès dus au froid dans certaines régions du fait du réchauffement planétaire (*degré de confiance moyen*). Les variations locales de la température et des précipitations ont modifié la répartition de certaines maladies d'origine hydrique et de certains vecteurs de maladies (*degré de confiance moyen*). [11.4 à 11.6, 18.4, 25.8]

La santé des populations humaines est sensible aux changements des situations météorologiques et d'autres aspects du changement climatique (*degré de confiance très élevé*). Les effets se produisent directement quand il s'agit de changements touchant la température et les précipitations, ainsi que l'occurrence de vagues de chaleur, de crues, de sécheresses et d'incendies de forêt. Ils se produisent indirectement en cas de perturbations écologiques associées au changement climatique, notamment de mauvaises récoltes ou des déplacements des vecteurs de maladies, ou en cas de réponses sociales au changement climatique, notamment des déplacements de populations à la suite de sécheresses prolongées. La variabilité des températures constitue un facteur de risque à part entière, à ajouter à l'influence des températures moyennes dans le cas des décès dus à la chaleur. [11.4, 28.2]

Sécurité humaine

En matière de réduction de la vulnérabilité et d'adaptation, les défis à soulever sont particulièrement importants dans les régions où la gouvernance suscite de graves difficultés (*degré de confiance élevé*). En cas de violents conflits, la vulnérabilité au changement climatique augmente (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). En cas de conflits violents à grande échelle, les actifs qui facilitent l'adaptation sont mis à mal, notamment les infrastructures, les institutions, les ressources naturelles, le capital social et les moyens d'existence. [12.5, 19.2, 19.6]

Modes de subsistance et pauvreté

Les aléas associés au climat exacerbent les facteurs de perturbation, avec souvent des résultats néfastes sur les modes de subsistance, en particulier pour ceux qui vivent dans la pauvreté (*degré de confiance élevé*). Les aléas associés au climat ont un effet néfaste sur les pauvres, soit directement par le biais d'incidences sur les moyens de subsistance, de baisses du rendement des cultures ou de destruction

de leur habitat, et indirectement par le biais, par exemple, de montées des prix des aliments ou d'une augmentation de l'insécurité alimentaire. Les personnes qui vivent dans une pauvreté temporaire, en milieu urbain ou rural, exposées au risque de privations multiples, peuvent glisser dans une pauvreté chronique sous l'effet de phénomènes extrêmes, ou d'une série de phénomènes, s'ils se trouvent alors dans l'incapacité de retrouver les actifs qu'ils ont perdus (*éléments limités, degré de cohérence élevé*). Des effets positifs, peu nombreux et souvent indirects, ont été observés en ce qui concerne les populations pauvres et marginalisées: par exemple, une diversification de la trame sociale et des pratiques agricoles. [8.2, 8.3, 9.3, 11.3, 13.1 à 13.3, 22.3, 24.4, 26.8]

Le changement climatique modifie les moyens de subsistance des populations autochtones dans l'Arctique, par son incidence sur la sécurité alimentaire et sur les valeurs culturelles traditionnelles (*degré de confiance moyen*). De nouveaux éléments font apparaître des incidences du changement climatique sur les moyens de subsistance des populations autochtones d'autres régions. [18.4, tableau 18-9, encadré 18-5]

A-2. Expérience relative à l'adaptation

Tout au long de leur histoire, les peuples et les sociétés ont réussi avec plus ou moins de succès à s'adapter ou à faire face au climat, à ses variations et aux phénomènes climatiques extrêmes. On se penche dans la présente section sur les moyens utilisés par les êtres humains pour s'adapter aux incidences observées ou anticipées du changement climatique et qui peuvent également servir plus largement à l'atténuation des risques et à la réalisation des objectifs de développement.

Le concept d'adaptation commence à être intégré dans certains processus de planification, bien que sa mise en application demeure plus limitée (*degré de confiance élevé*). Diverses options techniques et technologiques d'adaptation sont régulièrement mises en œuvre et souvent intégrées dans les programmes existants comme la gestion des risques de catastrophe et la gestion de l'eau. L'intérêt des mesures sociales, institutionnelles et écosystémiques, et l'ampleur des obstacles à l'adaptation sont de plus en plus pris en compte. Les mesures d'adaptation adoptées à ce jour continuent de mettre l'accent sur les ajustements graduels et sur les avantages connexes, mais commencent à accorder davantage d'importance à la souplesse et à l'apprentissage (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). [4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3, 15.2 à 15.5, 17.2, 17.3, 22.4, 23.7, 25.4, 25.10, 26.8, 26.9, 27.3, 30.6, encadrés 25-1, 25-2, 25-9 et encart ET-AÉ]

La plupart des évaluations de l'adaptation se sont limitées aux incidences, à la vulnérabilité et à la planification de l'adaptation, et rares sont celles qui se sont penchées sur les processus de mise en œuvre ou sur les effets des mesures d'adaptation (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Les indicateurs de vulnérabilité définissent, quantifient et soupèsent les éléments de la vulnérabilité au sein d'unités régionales, mais les méthodes utilisées pour élaborer des indices pèchent par leur subjectivité, souvent par un manque de transparence et le fait qu'il est difficile de les interpréter. Les opinions divergent en ce qui concerne le choix de métriques de l'adaptation, puisqu'on n'attribue pas les mêmes valeurs aux besoins et aux résultats, qui pour un grand nombre ne peuvent être pris en compte de manière comparable par lesdites métriques. Les indicateurs qui se révèlent les plus utiles pour

Tableau RT.2 | Exemples illustrant des expériences d'adaptation ainsi que des méthodes visant à réduire la vulnérabilité et à renforcer la résilience. Les mesures d'adaptation peuvent varier en fonction de la variabilité, des extrêmes et des changements du climat, et de l'exposition et de la vulnérabilité à l'échelle correspondant à la gestion des risques. Nombreux sont les exemples et les études de cas faisant apparaître la complexité de la question à l'échelon des communautés ou de régions bien définies au sein d'un pays. C'est à cette échelle spatiale que surgissent les interactions complexes entre vulnérabilité, exposition et changement climatique. [tableau 21-4]

Système d'alerte précoce aux vagues de chaleur	
Exposition et vulnérabilité	Les facteurs qui influent sur l'exposition et la vulnérabilité sont l'âge, l'état de santé, la conduite d'activités à l'extérieur, les facteurs socio-économiques (dont la pauvreté et l'isolement), l'accès à des sources de refroidissement et leur utilisation, l'adaptation physiologique et le comportement de la population, les effets des îlots de chaleur en milieu urbain et l'infrastructure urbaine. [8.2.3, 8.2.4, 11.3.3, 11.3.4, 11.4.1, 11.7, 13.2.1, 19.3.2, 23.5.1, 25.3, 25.8.1, SREX tableau SPM.1]
Information sur le climat à l'échelle mondiale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> Il est <i>très probable</i> que le nombre de journées et de nuits froides a diminué et que le nombre de journées et de nuits chaudes a augmenté à l'échelle de la planète entre 1951 et 2010. [GTI RES 2.6.1] On estime, avec un <i>degré de confiance moyen</i>, que les périodes et les vagues de chaleur sont plus fréquentes et durent plus longtemps depuis 1950, à l'échelle de la planète. [GTI RES 2.6.1] <p>Projections: Il est <i>quasiment certain</i> que, à mesure que la température moyenne du globe augmentera, on enregistrera un peu partout un plus grand nombre de températures extrêmes élevées et un moins grand nombre de températures extrêmes basses, aux échelles quotidienne et saisonnière. [GTI RES 12.4.3]</p>
Information sur le climat à l'échelle régionale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> Il est <i>probable</i> que la fréquence des vagues de chaleur a augmenté depuis 1950 dans une grande partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Australie. [GTI RES 2.6.1] On estime, avec un <i>degré de confiance moyen</i>, que les périodes et les vagues de chaleur augmentent globalement depuis 1960 en Amérique du Nord. Les éléments dont on dispose sont insuffisants pour évaluer les périodes et les vagues de chaleur ou faire apparaître des tendances quant à leurs variations spatiales en Amérique du Sud et dans la plus grande partie de l'Afrique. [SREX tableau 3-2; GTI RES 2.6.1] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> Il est <i>probable</i> que, d'ici la fin du XXI^e siècle, selon le profil représentatif d'évolution de concentration 8,5 (RCP8.5) et sur la plupart des terres émergées, des températures élevées correspondant actuellement à un maximum sur 20 ans se produiront au moins deux fois plus fréquemment, voire tous les deux ans ou tous les ans dans de nombreuses régions, alors que des températures basses correspondant actuellement à un minimum sur 20 ans deviendront extrêmement rares. [GTI RES 12.4.3] Il est <i>très probable</i> que les périodes et les vagues de chaleur seront plus fréquentes ou dureront plus longtemps sur la plupart des terres émergées. [GTI RES 12.4.3]
Description	Les systèmes d'alerte précoce de vagues de chaleur et de veille sanitaire permettent d'éviter les conséquences néfastes des vagues de chaleur pour la santé. Les prévisions météorologiques servent à signaler les situations associées à une augmentation de la mortalité ou de la morbidité. Pour bien fonctionner, les systèmes d'alerte précoce de vagues de chaleur et de veille sanitaire doivent permettre à la fois de déceler les situations météorologiques pouvant avoir un effet néfaste sur la santé, d'assurer le suivi des prévisions météorologiques, d'informer sur les mesures à prendre en prévention des vagues de chaleur, de communiquer des avis en ciblant les populations vulnérables et d'évaluer le système pour y apporter au besoin des modifications afin d'en améliorer l'efficacité dans le contexte d'un climat en évolution. De nombreux systèmes de la sorte ont été planifiés et mis en place, notamment en Europe, aux États-Unis d'Amérique, en Asie ou en Australie. [11.7.3, 24.4.6, 25.8.1, 26.6, encadré 25-6]longtemps sur la plupart des terres émergées. [GTI RES 12.4.3]
Contexte élargi	<ul style="list-style-type: none"> Il est possible de combiner des systèmes d'alerte précoce de vagues de chaleur et de veille sanitaire avec d'autres éléments d'un plan de protection de la santé, par exemple, le renforcement des capacités afin d'aider les communautés les plus exposées, l'aide et le financement des services de santé ou la diffusion d'informations sur la santé publique. En Afrique, en Asie et ailleurs, des systèmes d'alerte précoce sont en place afin de réduire les effets éventuels de divers aléas, notamment en ce qui concerne les famines et l'insécurité alimentaire, les inondations ou d'autres phénomènes météorologiques dangereux, l'exposition à la pollution atmosphérique découlant des incendies ou encore les épidémies de maladies à vecteur et d'origine alimentaire. [7.5.1, 11.7, 15.4.2, 22.4.5, 24.4.6, 25.8.1, 26.6.3, encadré 25-6]
Restauration des mangroves destinée à réduire les risques d'inondation et à protéger le littoral contre les ondes de tempête	
Exposition et vulnérabilité	Le recul des mangroves augmente l'exposition du rivage aux ondes de tempêtes, à l'érosion côtière, à l'intrusion d'eau salée et aux cyclones tropicaux. Les infrastructures exposées, les moyens de subsistance et les populations sont vulnérables face aux dégâts pouvant être occasionnés. Le long des zones côtières, notamment celles des petites îles, les zones développées peuvent se révéler particulièrement vulnérables. [5.4.3, 5.5.6, 29.7.2, encart ET-AÉ]
Information sur le climat à l'échelle mondiale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> Il est <i>probable</i> que l'ampleur des phénomènes de très haute élévation du niveau de la mer augmente depuis 1970, ce qui s'explique dans une large mesure par l'élévation du niveau moyen de la mer. [GTI RES 3.7.5] Le <i>degré de confiance</i> reste <i>faible</i> pour ce qui est des variations à long terme (centennales) de l'activité cyclonique tropicale, après prise en compte des évolutions passées de la capacité d'observation. [GTI RES 2.6.3] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> Il est <i>très probable</i> qu'on observera une augmentation significative de l'occurrence de niveaux extrêmes de la mer d'ici 2050 et 2100. [GTI RES 13.7.2] Au XXI^e siècle, il est <i>probable</i> que, sur le plan mondial, la fréquence des cyclones tropicaux va diminuer ou rester la même pour l'essentiel, parallèlement à une augmentation <i>probable</i>, toujours sur le plan mondial, de la vitesse maximale des vents et de l'intensité des précipitations imputables à ces cyclones. [GTI RES 14.6]
Information sur le climat à l'échelle régionale	<p>Observations: Les variations du niveau de la mer par rapport à celui des terres émergées (niveau relatif de la mer) peuvent être très différentes des variations du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe en raison de modifications de la répartition de l'eau dans les océans et du mouvement vertical des continents. [GTI RES 3.7.3]</p> <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> On accorde un <i>degré de confiance faible</i> aux projections de tempêtes et d'ondes de tempête associées, d'échelle régionale. [GTI RES 13.7.2] Sur le plan régional, l'élévation du niveau de la mer pourra atteindre jusqu'à 30 % de plus que la moyenne mondiale, dans l'océan Austral et autour de l'Amérique du Nord, et entre 10 et 20 % de plus que cette moyenne, dans les régions équatoriales. [GTI RES 13.6.5] Il est <i>plus probable qu'improbable</i> qu'il se produira une augmentation marquée de la fréquence des cyclones tropicaux les plus intenses dans le Pacifique Nord-Ouest et l'Atlantique Nord. [GTI RES 14.6]
Description	En de nombreux lieux, les mangroves sont restaurées et réhabilitées (ex.: au Vietnam, à Djibouti ou au Brésil) pour réduire les risques d'inondations côtières et protéger le littoral des ondes de tempêtes. Il a été montré que les mangroves restaurées réduisent les dommages et l'érosion causés par les vagues en atténuant leur hauteur. Elles protègent les zones d'aquaculture des tempêtes et réduisent les intrusions d'eau salée. [2.4.3, 5.5.4, 8.3.3, 22.4.5, 27.3.3]
Contexte élargi	<ul style="list-style-type: none"> Il s'agit d'un type de mesure quasi sans regret, qui contribue au développement durable et améliore les moyens de subsistance et le bien-être des populations en renforçant la sécurité alimentaire et réduisant les risques d'inondations, d'intrusions d'eau salée, de dégâts par les vagues et d'érosion. La restauration et la réhabilitation des mangroves, ainsi que celles des zones humides ou des deltas sont des adaptations fondées sur les écosystèmes qui renforcent les écoservices. Il engendre des synergies avec l'atténuation étant donné que les forêts de palétuviers constituent de vastes stocks de carbone. Des mesures d'adaptation bien intégrées, fondées sur les écosystèmes peuvent se révéler plus rentables et durables que des techniques physiques mal intégrées. [5.5, 8.4.2, 14.3.1, 24.6, 29.3.1, 29.7.2, 30.6.1, 30.6.2, tableau 5-4, encart ET-AÉ]

Suite à la page suivante –

Tableau RT.2 (suite)

Adaptation communautaire et pratiques traditionnelles dans le contexte des petites îles	
Exposition et vulnérabilité	Compte tenu de leur faible superficie, souvent de la faible altitude de leurs côtes et d'une concentration importante des communautés humaines et des infrastructures dans les zones côtières, les petites îles sont particulièrement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et à ses incidences, à savoir les inondations, les intrusions d'eau salée et la modification des rivages. [29.3.1, 29.3.3, 29.6.1, 29.6.2, 29.7.2]
Information sur le climat à l'échelle mondiale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>probable</i> que l'ampleur des phénomènes de très haute élévation du niveau de la mer augmente depuis 1970, ce qui s'explique dans une large mesure par l'élévation du niveau moyen de la mer. [GTI RE5 3.7.5] • Le <i>degré de confiance</i> reste <i>faible</i> pour ce qui est des variations à long terme (centennales) de l'activité cyclonique tropicale, après prise en compte des évolutions passées de la capacité d'observation. [GTI RE5 2.6.3] • Il est <i>probable</i> que, depuis 1950, le nombre de régions ayant enregistré une augmentation du nombre d'épisodes de précipitations abondantes sur les terres émergées soit plus élevé que celui des régions ayant enregistré une baisse. [GTI RE5 2.6.2] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>très probable</i> qu'on observera une augmentation significative de l'occurrence de niveaux extrêmes de la mer d'ici 2050 et 2100. [GTI RE5 13.7.2] • Au XXI^e siècle, il est <i>probable</i> que, sur le plan mondial, la fréquence des cyclones tropicaux va diminuer ou rester la même pour l'essentiel, parallèlement à une augmentation <i>probable</i>, toujours sur le plan mondial, de la vitesse maximale des vents et de l'intensité des précipitations imputables à ces cyclones. [GTI RE5 14.6] • Sur le plan mondial, pour les précipitations de courte durée, il est <i>probable</i> que les épisodes isolés gagneront en intensité et que les épisodes de faible intensité seront moins nombreux. [GTI RE5 12.4.5]
Information sur le climat à l'échelle régionale	<p>Observations: Les variations du niveau de la mer par rapport à celui des terres émergées (niveau relatif de la mer) peuvent être très différentes des variations du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe en raison de modifications de la répartition de l'eau dans les océans et du mouvement vertical des continents. [GTI RE5 3.7.3]</p> <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • On accorde un <i>degré de confiance faible</i> aux projections de tempêtes et d'ondes de tempête associées, d'échelle régionale. [GTI RE5 13.7.2] • Sur le plan régional, l'élévation du niveau de la mer pourra atteindre jusqu'à 30 % de plus que la moyenne mondiale, dans l'océan Austral et autour de l'Amérique du Nord, et entre 10 et 20 % de plus que cette moyenne, dans les régions équatoriales. [GTI RE5 13.6.5] • Il est <i>plus probable qu'improbable</i> qu'il se produira une augmentation marquée de la fréquence des cyclones tropicaux les plus intenses dans le Pacifique Nord-Ouest et l'Atlantique Nord. [GTI RE5 14.6]
Description	Dans des contextes propres aux petites îles, les techniques et compétences dites traditionnelles peuvent se révéler appropriées en matière d'adaptation à l'évolution du climat. Dans les îles Salomon, on compte parmi ces pratiques traditionnelles le fait de surélever les planchers en béton pour que les habitants restent au sec durant les épisodes de fortes précipitations et de construire des maisons basses présentant une bonne aérodynamique avec des toits de palme, ce qui permet d'atténuer le risque de voir d'autres matériaux de toiture se transformer en projectiles au cours des cyclones. À cela vient s'ajouter la perception que les méthodes de construction traditionnelles offrent une meilleure résilience aux phénomènes météorologiques extrêmes. Après le passage du Cyclone Ami en 2003, les Fidjiens ont montré que l'adaptation communautaire reposait essentiellement sur l'entraide et sur le partage des risques. Ainsi les familles qui n'avaient pas été touchées par le cyclone pêchaient pour nourrir celles dont les maisons avaient été endommagées. Pour les communautés vivant dans des îles, comme les Fidji ou les Samoa, il peut être vital de recourir à des consultations entre les parties prenantes et les secteurs au sein des communautés ainsi qu'à un renforcement des capacités prenant en compte les pratiques traditionnelles, afin que les initiatives prises en faveur de l'adaptation se révèlent utiles. [29.6.2]
Contexte élargi	<ul style="list-style-type: none"> • Le fait que les communautés aient le sentiment de disposer des capacités d'adaptation voulues pour résister à la pression du changement climatique peut se révéler important pour qu'elles demeurent résilientes et qu'elles trouvent des solutions utiles. • Il a été mis en évidence que les principes de l'adaptation communautaire s'appliquent aux communautés îliennes en tant que facteur favorisant la planification et la mise en œuvre de mesures d'adaptation, l'accent étant mis par exemple sur la prise en main de leur propre destin par ces communautés et l'apprentissage par la pratique pour s'attaquer aux priorités locales et tirer parti des connaissances et des capacités locales. L'adaptation communautaire peut comprendre des mesures intersectorielles s'appliquant à divers processus technologiques, sociaux et institutionnels et prenant en compte le fait que la technologie à elle seule ne représente qu'un élément de la réussite de l'adaptation. [5.5.4, 29.6.2]
Modes d'adaptation s'appliquant à la protection contre les crues en Europe	
Exposition et vulnérabilité	L'augmentation des personnes et des biens exposés dans les zones inondables a contribué à l'accroissement des dommages occasionnés en cas de crues au cours des dernières décennies. [5.4.3, 5.4.4, 5.5.5, 23.3.1, encadré 5-1]
Information sur le climat à l'échelle mondiale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>probable</i> que l'ampleur des phénomènes de très haute élévation du niveau de la mer augmente depuis 1970, ce qui s'explique dans une large mesure par l'élévation du niveau moyen de la mer. [GTI RE5 3.7.5] • Il est <i>probable</i> que, depuis 1950, le nombre de régions ayant enregistré une augmentation du nombre d'épisodes de précipitations abondantes sur les terres émergées soit plus élevé que celui des régions ayant enregistré une baisse. [GTI RE5 2.6.2] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selon tous les scénarios RCP, il est <i>très probable</i> que l'élévation du niveau de la mer au cours du XXI^e siècle se produira suivant un rythme moyen supérieur à celui observé de 1971 à 2010. [GTI RE5 13.5.1] • Sur le plan mondial, pour les précipitations de courte durée, il est <i>probable</i> que les épisodes isolés gagneront en intensité et que les épisodes de faible intensité seront moins nombreux. [GTI RE5 12.4.5]
Information sur le climat à l'échelle régionale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>probable</i> que l'Europe a connu une augmentation de la fréquence ou de l'intensité des épisodes de précipitations abondantes, avec des variations saisonnières et régionales. [GTI RE5 2.6.2] • Dans certaines régions d'Europe du Nord, le nombre des épisodes de précipitations abondantes a augmenté depuis les années 1950 (<i>degré de confiance moyen</i>). Dans certaines régions du centre de l'Europe occidentale et de la partie européenne de la Russie, le nombre des épisodes de précipitations abondantes a augmenté depuis les années 1950, en particulier en hiver (<i>degré de confiance moyen</i>). [SREX tableau 3-2] • On observe, avec des variations régionales, une élévation du niveau moyen de la mer, sauf dans la mer Baltique où le niveau relatif de la mer diminue en raison du mouvement vertical de la croûte terrestre. [5.3.2, 23.2.2] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>très probable</i> que, sur la plupart des masses continentales des latitudes moyennes, les précipitations extrêmes seront plus intenses et plus fréquentes en raison du réchauffement planétaire. [GTI RE5 12.4.5] • En Europe, le total des précipitations augmentera dans le nord et diminuera dans le sud (<i>degré de confiance moyen</i>). [23.2.2] • On observera une augmentation des précipitations extrêmes sur l'ensemble des saisons et en particulier en hiver dans le nord de l'Europe, et sur toutes les saisons sauf l'été en Europe centrale (<i>degré de confiance élevé</i>). [23.2.2; SREX tableau 3-3]
Description	Plusieurs gouvernements ont déployé des efforts ambitieux pour protéger leur pays contre les risques qui seront associés aux crues et à l'élévation du niveau de la mer au cours du siècle à venir. Aux Pays-Bas, les pouvoirs publics ont notamment recommandé des mesures non contraignantes pour préserver du développement des terres qui permettront de recueillir le surplus des eaux de crues, pour assurer la protection des côtes par l'entretien du rivage et pour veiller à ce que le pays dispose bien des ressources nécessaires sur le plan politique et administratif, légal et financier. Par un processus en plusieurs étapes, les pouvoirs publics britanniques ont élaboré aussi des plans d'adaptation élargis afin d'ajuster et d'améliorer les moyens de protection dont dispose Londres pour prévenir les ondes de tempête et les crues à l'avenir. Les profils d'évolution ont été analysés pour différentes solutions d'adaptation et différentes décisions, en fonction de l'élévation éventuelle du niveau de la mer, les facteurs de risque étant pris en compte en permanence dans le processus de décision. [5.5.4, 23.7.1, encadré 5-1]
Contexte élargi	<ul style="list-style-type: none"> • Le plan néerlandais est jugé comme un changement radical, selon lequel, pour protéger le littoral on renforcerait les capacités de la nature et fournirait davantage d'espace aux cours d'eau. • Le plan britannique incorpore des décisions relevant d'un processus itératif d'adaptation évoluant en fonction du niveau de la mer, à l'aide de mesures nombreuses et variées qu'il sera possible d'appliquer au cours des 50 à 100 années à venir, afin que le niveau de risque demeure acceptable. • Dans les villes, en Europe et ailleurs, on a noté qu'il importait que les mesures d'adaptation s'accompagnent d'une forte volonté politique ou que des officiels se prononcent en faveur de leur adoption pour qu'elles soient couronnées de succès. [5.5.3, 5.5.4, 8.4.3, 23.7.1, 23.7.2, 23.7.4, encadrés 5-1 et 26-3]

Suite à la page suivante →



Tableau RT.2 (suite)

Régimes d'assurance indexés pour l'agriculture en Afrique	
Exposition et vulnérabilité	Risque d'insécurité alimentaire et de perte de biens de production par les agriculteurs en cas de mauvaise récolte. Faible recours à l'assurance, le marché de l'assurance étant inexistant ou mal implanté ou les primes d'assurance trop élevées. Les plus marginalisés et les plus pauvres en particulier peuvent ne pas disposer de moyens suffisants pour payer les primes d'assurance. [10.7.6, 13.3.2, encadré 22-1]
Information sur le climat à l'échelle mondiale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>très probable</i> que le nombre de journées et de nuits froides a diminué et que le nombre de journées et de nuits chaudes a augmenté à l'échelle de la planète entre 1951 et 2010. [GTI RE5 2.6.1] • On estime, avec un <i>degré de confiance moyen</i>, que les périodes et les vagues de chaleur sont plus fréquentes et durent plus longtemps depuis 1950, à l'échelle de la planète. [GTI RE5 2.6.1] • Il est <i>probable</i> que, depuis 1950, le nombre de régions ayant enregistré une augmentation du nombre d'épisodes de précipitations abondantes sur les terres émergées soit plus élevé que celui des régions ayant enregistré une baisse. [GTI RE5 2.6.2] • La tendance observée des périodes de déficit hydrique ou de sécheresse (absence de pluie) à l'échelle du globe est assortie d'un <i>degré de confiance faible</i>. [GTI RE5 2.6.2] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>quasiment certain</i> que, à mesure que la température moyenne du globe augmentera, on enregistrera un peu partout un plus grand nombre de températures extrêmes élevées et un moins grand nombre de températures extrêmes basses, aux échelles quotidienne et saisonnière. [GTI RE5 12.4.3] • Une diminution régionale à mondiale de l'humidité du sol et une augmentation du risque de sécheresses agricoles sont <i>probables</i> dans des régions actuellement sèches et sont prévues avec un <i>degré de confiance moyen</i> d'ici la fin du XXI^e siècle selon le scénario RCP8.5. [GTI RE5 12.4.5] • Sur le plan mondial, pour les précipitations de courte durée, il est <i>probable</i> que les épisodes isolés gagneront en intensité et que les épisodes de faible intensité seront moins nombreux. [GTI RE5 12.4.5]
Information sur le climat à l'échelle régionale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • On estime, avec un <i>degré de confiance moyen</i>, que la fréquence des journées chaudes augmente et que celle des journées et des nuits froides diminue en Afrique australe. [SREX tableau 3-2] • On estime, avec un <i>degré de confiance moyen</i>, que la fréquence des nuits chaudes augmente en Afrique septentrionale et australe. [SREX tableau 3-2] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>probable</i> que la surface s'assèchera en Afrique australe d'ici la fin du XXI^e siècle, d'après le scénario RCP8.5 (<i>degré de confiance élevé</i>). [GTI RE5 12.4.5] • Il est <i>probable</i> que le nombre de journées et de nuits chaudes augmentera et que le nombre de journées et de nuits froides diminuera dans toutes les régions de l'Afrique (<i>degré de confiance élevé</i>). L'augmentation du nombre de journées chaudes sera particulièrement marquée en été et à l'automne (<i>degré de confiance moyen</i>). [SREX Table 3-3] • Il est <i>probable</i> que les périodes et les vagues de chaleur seront plus fréquentes et dureront plus longtemps en Afrique (<i>degré de confiance élevé</i>). [SREX tableau 3-3]
Description	Il s'agit d'un mécanisme qui vient d'être mis en place et qui est piloté dans un certain nombre de lieux en zone rurale au Malawi, au Soudan et en Éthiopie, ainsi qu'en Inde, selon lequel les agriculteurs sont dédommagés en cas de conditions atteignant des seuils bien définis, pouvant entraîner des pertes importantes, notamment des conditions météorologiques comme des totaux de précipitations ou des extrêmes de température excessivement élevés ou bas. [9.4.2, 13.3.2, 15.4.4, encadré 22-1]
Contexte élargi	<ul style="list-style-type: none"> • On estime que les régimes d'assurance fondés sur des indices sont bien adaptés au secteur agricole dans les pays en développement. • Le mécanisme permet de répartir les risques au sein des communautés, les coûts étant étalés dans le temps, tout en levant les obstacles propres aux contrats traditionnels d'assurance agricole et d'assurance catastrophe. Il peut être intégré dans d'autres stratégies comme les programmes de microfinancement et de protection sociale. • Les primes d'assurance basées sur le risque peuvent contribuer à favoriser des réactions d'adaptation, une sensibilisation aux risques et la réduction des risques, s'il est réservé des incitations financières aux assurés qui adaptent leur profil pour réduire les risques. • Il peut falloir surmonter certaines difficultés: l'accès restreint à des données météorologiques exactes; la difficulté d'établir quelles conditions météorologiques entraînent des pertes; le risque de base (selon lequel des agriculteurs ayant subi des pertes ne recevraient aucun dédommagement compte tenu des données météorologiques) qui peut susciter la défiance; la difficulté de passer d'un régime pilote à un mécanisme grandeur nature. • Des programmes d'assurance en échange d'un travail peuvent permettre aux agriculteurs ne disposant pas de fonds d'acquitter leurs primes d'assurance en travaillant en faveur de projets définis de réduction des risques de catastrophe au sein de la communauté. [10.7.4 à 10.7.6, 13.3.2, 15.4.4, tableau 10-7, encadrés 22-1 et 25-7]

Suite à la page suivante →

tirer des enseignements des politiques sont ceux qui ne se contentent pas de cerner le processus et la mise en œuvre, mais qui indiquent aussi dans quelle mesure les résultats escomptés sont atteints. On utilise de plus en plus des méthodes d'évaluation multimétriques incorporant le risque et l'incertitude, ce qui constitue une évolution par rapport à l'analyse coûts-avantages et à la détermination des meilleures adaptations sur le plan économique, sur lesquelles l'attention s'était focalisée (*degré de confiance élevé*). Les évaluations de l'adaptation les mieux appropriées pour conduire à l'élaboration de mesures d'adaptation efficaces comprennent souvent à la fois une approche descendante pour évaluer les changements climatiques sur le plan biophysique et une approche ascendante pour évaluer la vulnérabilité en ciblant des solutions locales aux risques dérivés de l'échelle mondiale, ainsi que des décisions précises. [4.4, 14.4, 14.5, 15.2, 15.3, 17.2, 17.3, 21.3, 21.5, 22.4, 25.4, 25.10, 26.8, 26.9, encart ET-AÉ]

L'expérience relative à l'adaptation grandit dans toutes les régions, dans les secteurs public et privé, ainsi qu'au sein des collectivités (*degré de confiance élevé*). À différents niveaux, les administrations publiques commencent à élaborer des plans et des politiques d'adaptation et à intégrer les enjeux du changement climatique dans le cadre plus large du développement.

Voici quelques exemples de mesures d'adaptation mises en œuvre dans diverses régions et différents contextes:

- L'adaptation urbaine place l'accent sur la gestion des risques de catastrophes dans les villes, notamment les systèmes d'alerte précoce et les investissements en matière d'infrastructure; les mesures d'adaptation fondées sur les écosystèmes et les toits végétalisés; l'amélioration de la gestion des eaux pluviales et des eaux usées; l'agriculture en zones urbaines et périurbaines pour améliorer la sécurité alimentaire; l'amélioration de la protection sociale; et le logement pour qu'il soit de bonne qualité, abordable et bien situé (*degré de confiance élevé*). [8.3, 8.4, 15.4, 26.8, encadré 25-9, encarts ET-UR et ET-AÉ]
- Sur le thème des pratiques d'adaptation dans les zones rurales des pays développés et des pays en développement, la documentation gagne en abondance, notamment sur l'expérience pratique acquise dans les domaines de l'agriculture, de l'eau, de la foresterie et de la biodiversité, et, dans une moindre mesure, dans celui de la pêche (*degré de confiance très élevé*). Dans les pays développés, mais aussi de plus en plus dans les pays en développement, les pouvoirs publics agissent pour que des décisions soient prises en faveur de l'adaptation dans les zones rurales, et des exemples de mesures d'adaptation prises dans le secteur privé, par des individus, des sociétés ou des organisations non gouvernementales (ONG) sont également observés (*degré de confiance élevé*). Les contraintes pesant sur l'adaptation, particulièrement prononcées dans les pays en développement, découlent d'un manque d'accès au crédit, aux terres, à l'eau, à la technologie, aux marchés et à l'information, et

Tableau RT.2 (suite)

Régimes d'assurance indexés pour l'agriculture en Afrique	
Exposition et vulnérabilité	Sensibilité des cultures à l'évolution de la distribution spatiale des températures, des précipitations et de la disponibilité de l'eau. [7.3, 7.5.2]
Information sur le climat à l'échelle mondiale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>très probable</i> que le nombre de journées et de nuits froides a diminué et que le nombre de journées et de nuits chaudes a augmenté à l'échelle de la planète entre 1951 et 2010. [GTI RE5 2.6.1] • On estime, avec un <i>degré de confiance moyen</i>, que les périodes et les vagues de chaleur sont plus fréquentes et durent plus longtemps depuis 1950, à l'échelle de la planète. [GTI RE5 2.6.1] • La variation de la moyenne mondiale des précipitations sur les régions continentales depuis 1950 est assortie d'un <i>degré de confiance moyen</i>. [GTI RE5 2.5.1] • Il est <i>probable</i> que, depuis 1950, le nombre de régions ayant enregistré une augmentation du nombre d'épisodes de précipitations abondantes sur les terres émergées soit plus élevé que celui des régions ayant enregistré une baisse. [GTI RE5 2.6.2] • La tendance observée des périodes de déficit hydrique ou de sécheresse (absence de pluie) à l'échelle du globe est assortie d'un <i>degré de confiance faible</i>. [GTI RE5 2.6.2] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il est <i>quasiment certain</i> que, à mesure que la température moyenne du globe augmentera, on enregistrera un peu partout un plus grand nombre de températures extrêmes élevées et un moins grand nombre de températures extrêmes basses, aux échelles quotidienne et saisonnière. [GTI RE5 12.4.3] • Il est <i>quasiment certain</i> que les précipitations mondiales augmenteront à mesure que la température moyenne à la surface du globe augmentera. [GTI RE5 12.4.1] • Une diminution régionale à mondiale de l'humidité du sol et une augmentation du risque de sécheresses agricoles sont <i>probables</i> dans des régions actuellement sèches et sont prévues avec un <i>degré de confiance moyen</i> d'ici la fin du XXI^e siècle selon le scénario RCP8.5. [GTI RE5 12.4.5] • Sur le plan mondial, pour les précipitations de courte durée, il est <i>probable</i> que les épisodes isolés gagneront en intensité et que les épisodes de faible intensité seront moins nombreux. [GTI RE5 12.4.5]
Information sur le climat à l'échelle régionale	<p>Observations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les périodes de froid extrême se raréfient et les périodes de chaleur extrême gagnent en fréquence et en intensité en Australie et en Nouvelle-Zélande, depuis 1950 (<i>degré de confiance élevé</i>). [tableau 25-1] • Il est <i>probable</i> que la fréquence des vagues de chaleur augmente depuis 1950 dans de grandes parties de l'Australie. [GTI RE5 2.6.1] • Les précipitations diminuent à la fin de l'automne et en hiver dans le sud-ouest de l'Australie depuis 1970 et dans le sud-est de l'Australie depuis le milieu des années 1990, et elles augmentent sur l'ensemble de l'année dans le nord-ouest de l'Australie depuis les années 1950 (<i>degré de confiance très élevé</i>). [tableau 25-1] • Des tendances mixtes ou non significatives sont observées en ce qui concerne les extrêmes annuels des hauteurs de précipitations quotidiennes, tandis que l'intensité annuelle des épisodes de fortes précipitations d'une durée inférieure à la journée tend à augmenter de façon significative au cours des dernières décennies en Australie (<i>degré de confiance élevé</i>). [tableau 25-1] <p>Projections:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fréquence des journées et des nuits chaudes augmente tandis que celle des journées et des nuits froides diminue au cours du XXI^e siècle en Australie et en Nouvelle-Zélande (<i>degré de confiance élevé</i>). [tableau 25-1] • Une baisse annuelle des précipitations se produira dans le sud-ouest de l'Australie (<i>degré de confiance élevé</i>) et ailleurs dans le sud de l'Australie (<i>degré de confiance moyen</i>). Cette baisse sera la plus marquée au cours de la moitié froide de l'année (<i>degré de confiance élevé</i>). [tableau 25-1] • Dans la plupart des régions d'Australie et de Nouvelle-Zélande, l'intensité des rares extrêmes de précipitations quotidiennes ou des extrêmes de précipitations infraquotidiennes augmentera (<i>degré de confiance moyen</i>). [tableau 25-1] • Les sécheresses seront plus nombreuses dans le sud de l'Australie (<i>degré de confiance moyen</i>). [tableau 25-1] • La superficie du couvert neigeux et la hauteur de neige diminueront en Australie (<i>degré de confiance très élevé</i>). [tableau 25-1] • Les ressources en eau douce diminueront dans l'extrême sud-est et l'extrême sud-ouest de l'Australie (<i>degré de confiance élevé</i>). [25.5.2]
Description	Les industries et les exploitants agricoles déplacent certaines parties de leurs opérations, c'est le cas par exemple pour le riz, le vignoble ou les arachides en Australie, ou alors modifient l'utilisation des terres sur place en réponse aux changements climatiques récents ou aux changements attendus. Dans le sud de l'Australie, des pâturages sont ainsi devenus des terres de culture. Des déplacements de cultures à des fins d'adaptation se sont aussi produits ailleurs. [7.5.1, 25.7.2, tableau 9-7, encadré 25-5]
Contexte élargi	<ul style="list-style-type: none"> • L'adaptation transformationnelle est envisagée comme réponse aux incidences du changement climatique. • Les incidences se révèlent positives ou négatives pour les communautés au sens large dans les régions d'origine comme de destination. [25.7.2, encadré 25-5]

RT

du fait qu'on ne perçoive pas le besoin de changement. [9.4, 17.3, tableaux 9-7 et 9-8]

- En Afrique, la plupart des gouvernements nationaux mettent en place des systèmes de gouvernance en faveur de l'adaptation (*degré de confiance élevé*). Grâce aux progrès accomplis en ce qui concerne l'action et les stratégies sur le plan national et infranational, l'adaptation est à présent intégrée dans la planification sectorielle, mais les cadres institutionnels, compte tenu de leur évolution, ne sont pas encore en mesure d'assurer la coordination de l'ensemble des initiatives d'adaptation mises en œuvre. La gestion des risques de catastrophe, l'adaptation des technologies et des infrastructures, les démarches écosystémiques, des mesures essentielles de santé publique et la diversification des modes de subsistance contribuent à réduire la vulnérabilité, bien que les efforts déployés à ce jour tendent à être isolés. [22.4]
- En Europe, des politiques d'adaptation ont été élaborées par les pouvoirs publics à l'échelle internationale (UE), nationale, et locale, mais on ne dispose que de peu d'information au sujet de leur mise en œuvre et de leur efficacité à l'heure actuelle (*degré de confiance élevé*). Certains plans d'adaptation ont été intégrés dans la gestion des zones côtières et de l'eau, dans la protection de l'environnement et l'aménagement du territoire, et dans la gestion des risques de catastrophe. [23.7, encadrés 5-1 et 23-3]
- En Asie, l'intégration de l'adaptation au climat dans la planification du développement à l'échelle infranationale, la mise en place

de systèmes d'alerte précoce, la gestion intégrée des ressources hydriques, l'agroforesterie et le reboisement côtier des mangroves contribuent à faciliter l'adaptation dans certaines régions (*degré de confiance élevé*). [24.4 à 24.6, 24.9, encart ET-CT]

- En Australasie, la préparation à l'élévation du niveau de la mer et, dans le sud de l'Australie, la planification des mesures visant à faire face aux pénuries d'eau prennent de plus en plus d'importance. La planification des mesures d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer a considérablement évolué au cours des deux dernières décennies et se caractérise par une diversité d'approches, bien que la mise en œuvre de ces mesures reste fragmentaire (*degré de confiance élevé*). Les systèmes humains disposent en général d'une grande capacité d'adaptation, mais la mise en œuvre de mesures appropriées se heurte à d'importantes contraintes en particulier en ce qui concerne les mesures entraînant des transformations à l'échelon local et communautaire. [25.4, 25.10, tableau 25-2, encadrés 25-1, 25-2 et 25-9]
- En Amérique du Nord, les autorités publiques préconisent une démarche d'évaluation et de planification graduelle des mesures d'adaptation, en particulier à l'échelon municipal (*degré de confiance élevé*). Certaines mesures anticipatives d'adaptation ont été mises en place pour protéger les investissements à plus long terme dans les infrastructures énergétiques et publiques. [26.7 à 26.9]
- En Amérique centrale et en Amérique du Sud, des mesures d'adaptation fondées sur les écosystèmes, y compris la délimitation d'aires protégées, la conclusion d'accords de conservation et la gestion

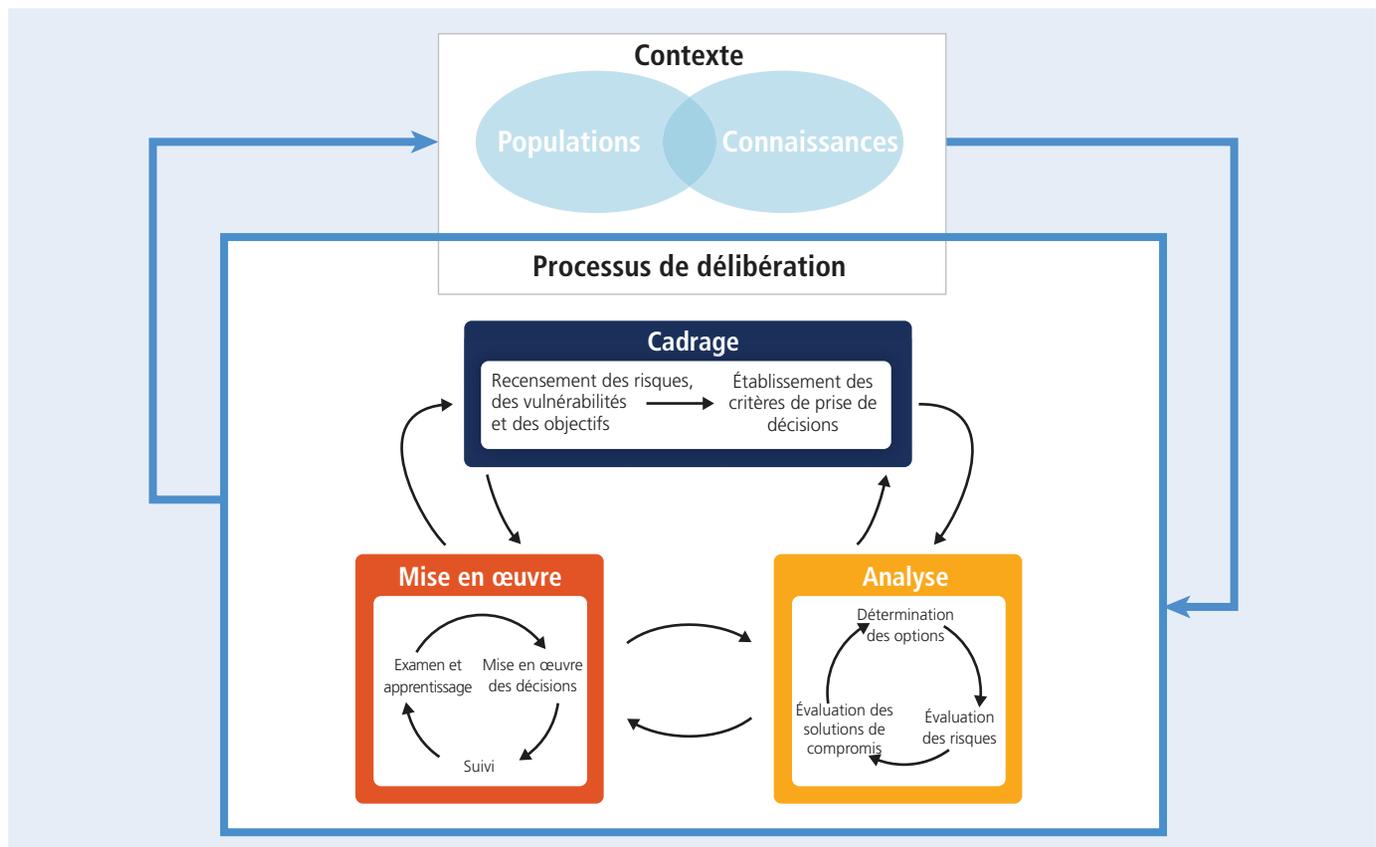


Figure RT.4 | L'adaptation au changement climatique comme processus itératif de gestion des risques aux rétroactions multiples. Les populations et les connaissances influent sur le processus et sur ses résultats. [figure 2-1]

- communautaire de zones naturelles, se mettent en place (*degré de confiance élevé*). Dans certaines régions, le secteur agricole commence à recourir aux variétés de cultures résistantes, aux prévisions climatiques et à la gestion intégrée des ressources hydriques. [27.3]
- Dans l'Arctique, certaines collectivités ont commencé à mettre en œuvre des stratégies adaptatives de cogestion et à mettre en place des infrastructures de communication qui font appel à la fois au savoir traditionnel et à la science (*degré de confiance élevé*). [28.2, 28.4]
 - Dans les petites îles, qui affichent une grande diversité de caractéristiques physiques et humaines, on a observé que les mesures d'adaptation axées sur les collectivités donnaient de meilleurs résultats lorsqu'elles étaient associées à d'autres activités de développement (*degré de confiance élevé*). [29.3, 29.6, tableau 29-3, figure 29-1]
 - Pour les océans, à la fois en haute mer et le long des régions côtières, la coopération internationale et la planification du territoire maritime commencent à faciliter l'adaptation au changement climatique, malgré les difficultés que posent l'échelle spatiale et les problèmes de gouvernance (*degré de confiance élevé*). On observe que l'adaptation côtière comprend de grands projets (ex.: estuaire de la Tamise, lagune de Venise, Plan Delta) ainsi que des pratiques spécifiques dans certains pays (ex.: Pays-Bas, Australie, Bangladesh). [5.5, 7.3, 15.4, 30.6, encart ET-AÉ]

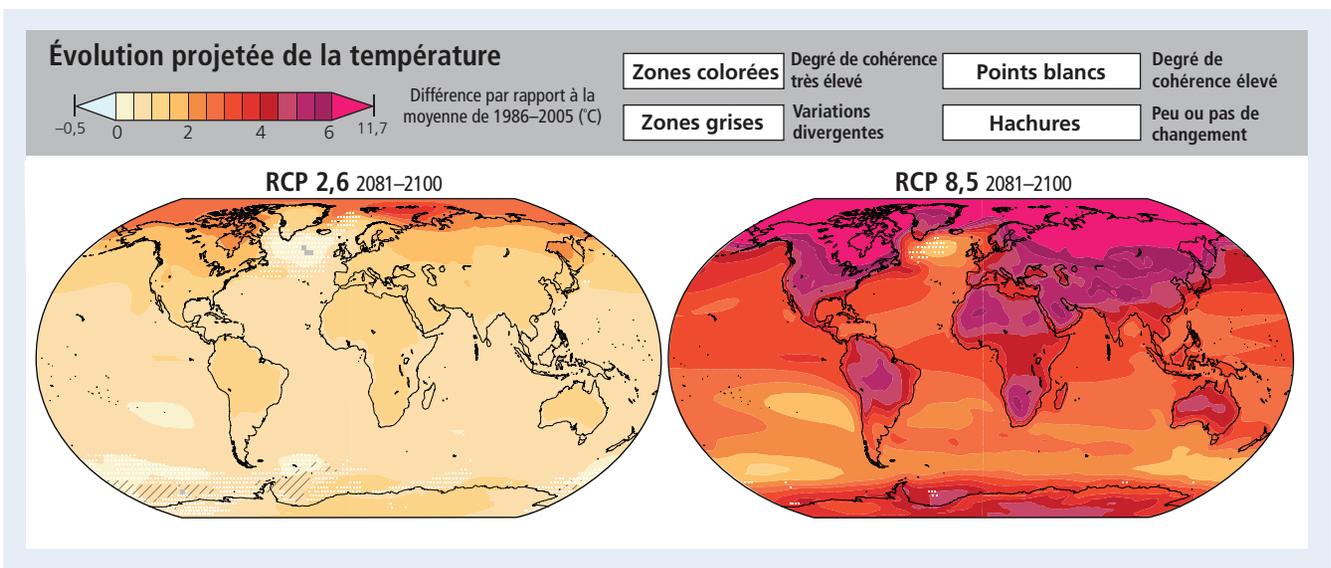
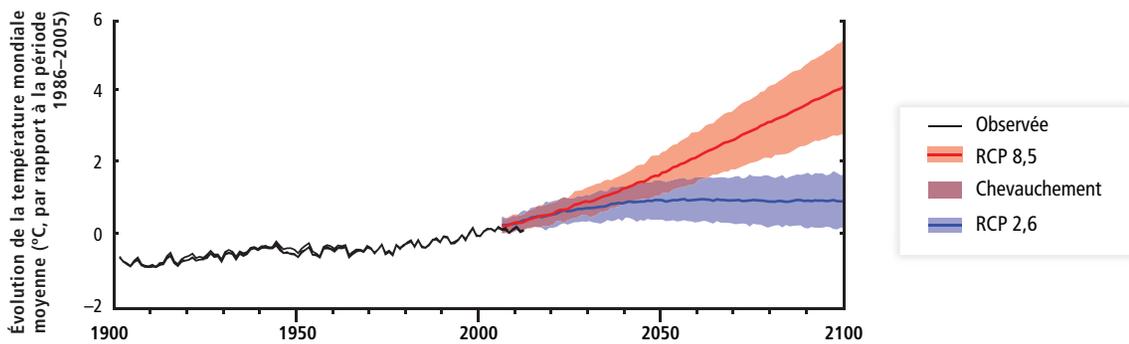
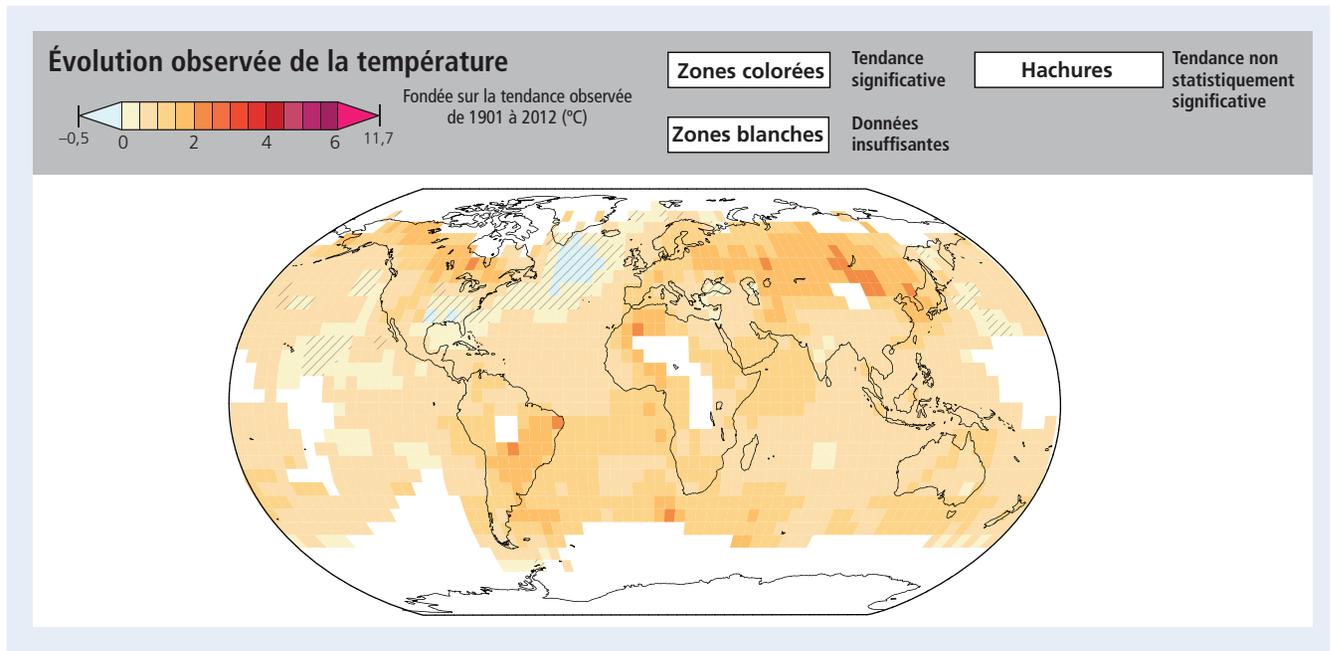
Dans le tableau RT.2 sont présentés des exemples montrant comment les extrêmes et les changements climatiques, ainsi que l'exposition et la vulnérabilité à l'échelle de la gestion des risques, façonnent les mesures d'adaptation et les méthodes visant à réduire la vulnérabilité et à renforcer la résilience.

A-3. Contexte de la prise de décisions

La variabilité du climat et les phénomènes climatiques extrêmes jouent depuis longtemps un rôle important dans de nombreux contextes de prise de décisions. Les risques liés au changement climatique évoluent désormais dans le temps sous l'effet du changement climatique et du développement. La présente section s'appuie sur l'expérience acquise en matière de prise de décisions et de gestion du risque. Elle pose les bases d'une meilleure compréhension de l'évaluation, présentée dans le rapport, des risques futurs liés au climat et des mesures qui pourraient être prises pour y faire face.

La réponse aux risques liés au changement climatique passe par la prise de décisions dans un monde en constante évolution où il reste impossible de déterminer avec certitude la gravité et la chronologie des incidences du changement climatique et où l'efficacité des mesures d'adaptation envisageables reste limitée (*degré de confiance élevé*). Iterative La gestion itérative des risques offre un cadre utile pour la prise de décisions dans des situations complexes caractérisées par des conséquences potentielles importantes, un niveau d'incertitude persistant, de longs échéanciers, certaines possibilités d'apprentissage et de multiples influences climatiques et non climatiques qui évoluent au fil du temps (voir la figure RT.4). L'évaluation du plus large éventail d'incidences possible, y compris celles qui sont peu probables, mais dont les conséquences pourraient être lourdes, est cruciale pour permettre de bien saisir les avantages possibles des diverses mesures de gestion des risques envisageables et de les comparer. Étant donné la complexité des mesures d'adaptation à diverses

A)



RT

Figure RT.5

Suite à la page suivante →

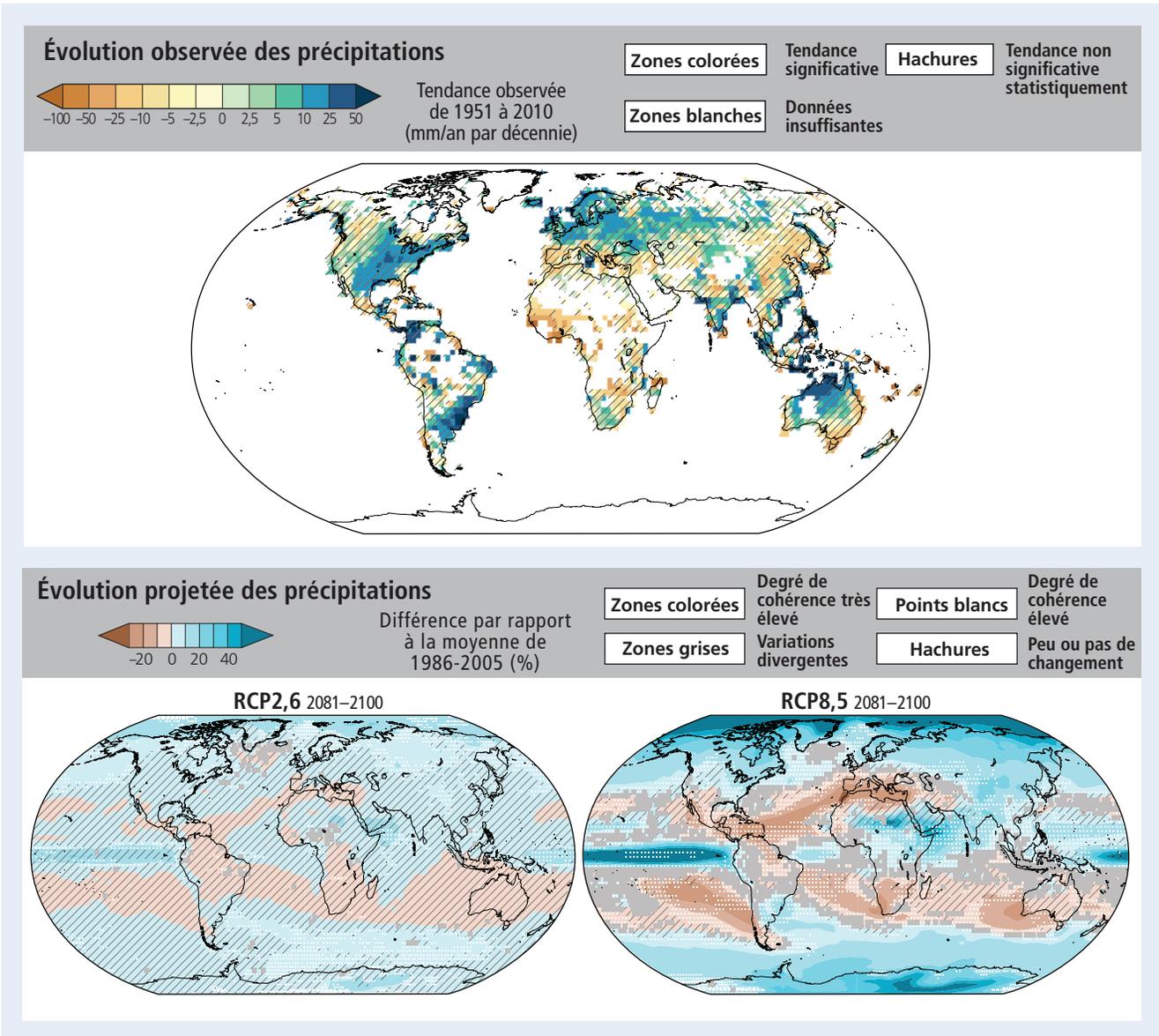


Figure RT.5 | Changements observés et projetés de la moyenne annuelle de la température (A) et des précipitations (B) à la surface du globe. Ces cartes servent à traduire notre compréhension actuelle des risques liés au changement climatique décrits dans la contribution du GTII au RE5. Elles illustrent les changements observés à ce jour et les changements projetés suivant un scénario d'émissions élevées et ininterrompues et de mesures d'atténuation ambitieuses.

Détails techniques: A) (panneau supérieur) Carte du changement observé de la température annuelle moyenne entre 1901 et 2012, dérivé d'une tendance linéaire. Les données observées (fourchette des valeurs de point de grille: $-0,53$ à $2,50$ °C au cours de la période) sont tirées des figures RID.1 et 2.21 de la contribution du GTI au RE5. B) (panneau supérieur) Carte du changement observé des précipitations annuelles entre 1901 et 2012, dérivé d'une tendance linéaire. Les données observées (fourchette des valeurs de point de grille: -185 à 111 mm/an par décennie) sont tirées des figures RID.2 et 2.29 de la contribution du GTI au RE5. Pour les observations de la température et des précipitations, les tendances ont été calculées lorsque les données sont suffisantes pour établir une estimation robuste (c'est-à-dire uniquement pour les mailles présentant des relevés complets à plus de 70 % et plus de 20 % de données disponibles dans les premiers 10 % et les derniers 10 % de la période considérée). Les autres mailles sont laissées en blanc. Les couleurs pleines désignent les zones où les tendances sont significatives au seuil de 10 %. Les hachures indiquent les zones où les tendances ne sont pas significatives. A) (panneau du milieu) Variations observées et projetées de la température moyenne mondiale annuelle, par rapport à la période 1986-2005. Le réchauffement observé entre les périodes 1850-1900 et 1986-2005 est de $0,61$ °C (intervalle de confiance à 5-95 %: $0,55$ à $0,67$ °C). Les lignes noires indiquent les estimations de température tirées de trois jeux de données. Les courbes bleues et rouges et les parties ombrées de même couleur représentent la moyenne de l'ensemble et la fourchette de variation correspondant à $\pm 1,64$ fois la valeur de l'écart type; elles sont fondées sur les simulations CMIP5 (Projet de comparaison de modèles couplés) réalisées à partir de 32 modèles pour le scénario RCP2,6 et de 39 modèles pour le scénario RCP8,5. A) et B) (panneau inférieur) Projections de la moyenne multimodèle CMIP5 des changements de la température moyenne annuelle (A) et de la moyenne en pourcentage des changements des précipitations moyennes annuelles (B), pour la période 2081-2100 selon les scénarios RCP2,6 et 8,5, par rapport à la période 1986-2005. Les couleurs pleines indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence très élevé, où le changement moyen multimodèle est supérieur au double de la variabilité de référence (variabilité interne naturelle des moyennes sur 20 ans) et où 90 % ou plus des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les couleurs avec des points blancs indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence élevé, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence et s'accordent sur le signe du changement. Les zones grises sont celles caractérisées par des changements divergents, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, mais dans lesquelles moins de 66 % des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les couleurs hachurées indiquent les zones caractérisées par un changement faible ou nul, où moins de 66 % des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, bien que des changements significatifs puissent être enregistrés à des échelles de temps plus courtes telles que des saisons, des mois ou des jours. Pour les projections de température, l'analyse utilise des données de modèles (fourchette des valeurs de point de grille pour les scénarios RCP2,6 et 8,5: $0,06$ à $11,71$ °C) tirées de la figure RID.8 de la contribution du GTI au RE5. Pour les projections des précipitations, l'analyse utilise des données de modèles (fourchette des valeurs de point de grille pour le scénario RCP2,6: -9 à 22 %, et pour le scénario RCP8,5: -34 à 112 %) tirées de la figure RID.8, de l'encadré 12.1 et de l'annexe I de la contribution du GTI au RE5. La description détaillée des méthodes se trouve dans l'encadré ET-CR. Voir également l'annexe I de la contribution du GTI au RE5. [encadrés 21-2 et ET-CR; GTI RE5 2.4 et 2.5, figures RID.1, RID.2, RID.7, RID.8, 2.21 et 2.29]

échelles et dans divers contextes, le suivi et l'apprentissage deviennent des composantes importantes de toute mesure efficace d'adaptation. [2.1 à 2.4, 3.6, 14.1 à 14.3, 15.2 à 15.4, 16.2 à 16.4, 17.1 à 17.3, 17.5, 20.6, 22.4, 25.4, figure 1-5]

Les choix d'adaptation et d'atténuation pris à courte échéance influenceront sur les risques liés au changement climatique tout au long du XXI^e siècle (*degré de confiance élevé*). La figure RT.5 illustre les projections de réchauffement correspondant à des scénarios d'atténuation avec émissions faibles et émission élevées [Profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) 2,6 et 8,5], ainsi que l'évolution observée des températures et des précipitations. Les avantages de l'adaptation et de l'atténuation se manifestent sur des périodes de temps différentes, mais qui se chevauchent. Les hausses de la température mondiale projetées en vertu des deux scénarios au cours des quelques décennies à venir se ressemblent (figure RT.5, panneau du milieu) (GTI RE5, section 11.3). À court terme, au cours de la période marquée par l'inertie du changement climatique, les risques évolueront au gré de l'interaction des tendances socio-économiques et de l'évolution des conditions climatiques. Les réponses des sociétés humaines, et en particulier les mesures d'adaptation qu'elles prendront, influenceront sur les conséquences à court terme. Au cours de la seconde moitié du XXI^e siècle et au-delà, les hausses de la température moyenne mondiale prévues par les deux scénarios d'émissions divergeront (figure RT.5A, panneau du milieu et panneau inférieur) (GTI RE5, section 12.4 et tableau RID.2). Ainsi, à plus long terme quand les actions engagées produiront leurs effets, les mesures d'adaptation et d'atténuation mises en œuvre à court ou à long terme, ainsi que les voies de développement détermineront les risques liés au changement climatique. [2.5, 21.2, 21.3, 21.5, encart ET-CR]

L'évaluation des risques décrite dans la contribution du GTII au RE5 s'appuie sur divers éléments. Les avis d'experts sont pris en compte pour intégrer les éléments dans les évaluations des risques. Forms Les éléments utilisés comprennent par exemple les observations empiriques, les résultats expérimentaux, les connaissances fondées sur les processus, les démarches statistiques, la simulation et les modèles descriptifs. Les risques futurs liés au changement climatique varient sensiblement selon les voies de développement envisageables, tandis que l'importance relative du développement et du changement climatique varie selon les secteurs, les régions et la période de temps considérés (*degré de confiance élevé*). Les scénarios sont des outils utiles pour caractériser les possibles orientations futures du développement socio-économique, le changement climatique et ses risques, et les répercussions des actions entreprises. Les projections des modèles climatiques qui servent dans le présent rapport à étayer les évaluations des risques sont généralement fondées sur les RCP (figure RT.5), ainsi que sur les scénarios décrits dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (SRES), publié antérieurement. [1.1, 1.3, 2.2, 2.3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2, encart ET-CR; GTI RE5 encadré RID.1]

Il est possible de séparer les scénarios en deux catégories: ceux qui examinent ce qui pourrait subvenir à l'avenir compte tenu de différents facteurs déterminants (analyse des problèmes) et ceux qui examinent les effets de différentes interventions (analyse des solutions) (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*).

Les modes d'adaptation traitent les incertitudes associées au climat et aux conditions socio-économiques futurs, dans divers contextes précis (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Bien que les nombreuses études entreprises à l'échelon national fassent apparaître toutes sortes de stratégies et de modes d'adaptation, ceux-ci peuvent se classer en deux grandes catégories: les méthodes descendantes et les méthodes ascendantes. La méthode descendante, qui repose sur les incidences des scénarios, consiste à descendre l'échelle des projections climatiques, évaluer les incidences et formuler des stratégies et des mesures. La méthode ascendante, qui repose sur les seuils de vulnérabilité, commence par déceler les vulnérabilités, les sensibilités et les seuils propres à différents secteurs ou communautés. Les évaluations itératives des incidences et les adaptations successives selon la méthode ascendante ainsi que le renforcement des capacités d'adaptation des communautés sur le plan local sont des stratégies caractéristiques employées pour faire face aux incertitudes. [2.2, 2.3, 15.3]

De grandes incertitudes pèsent sur la vulnérabilité, l'exposition et les réponses des systèmes humains et naturels interconnectés à l'avenir (*degré de confiance élevé*). Cela justifie l'exploration d'un large éventail de perspectives socio-économiques aux fins de l'évaluation des risques.

L'acquisition de connaissances sur la vulnérabilité, l'exposition et la capacité de réaction des systèmes humains et naturels interconnectés à l'avenir se révèle particulièrement difficile étant donné le nombre de facteurs sociaux, économiques et culturels qui peuvent intervenir et qui n'ont pas été complètement pris en compte jusqu'à ce jour. Ces facteurs comprennent les richesses et leur répartition au sein des sociétés, la démographie, les migrations, l'accès à la technologie et à l'information, la structure de l'emploi, la qualité des réponses adaptatives, les valeurs sociétales, les structures de gouvernance et les institutions chargées de résoudre les conflits. 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. [11.3, 12.6, 21.3 à 21.5, 25.3, 25.4, 25.11, 26.2]

B: RISQUES FUTURS ET POSSIBILITÉS D'ADAPTATION

On examine ici les risques futurs et les avantages possibles, mais néanmoins plus limités, qui pourraient s'observer dans les divers secteurs et régions. On analyse les effets exercés sur ces risques et avantages par l'ampleur et le rythme de l'évolution du changement climatique et par les choix socio-économiques. On évalue aussi les possibilités de réduction des incidences et de gestion des risques par l'adaptation et les mesures d'atténuation. On examine la répartition des risques entre différents groupes de population dont la vulnérabilité et les capacités d'adaptation sont contrastées, entre différents secteurs pour lesquels les indicateurs qui quantifient les incidences peuvent présenter de grandes différences, et entre différentes régions aux traditions et ressources diverses. L'évaluation établit des relations entre les secteurs et les régions en tenant compte des changements climatiques et d'autres facteurs de perturbation. Les risques et avantages éventuels sont décrits pour différents secteurs et régions, à court terme, à savoir les quelques décennies à venir qui constituent la période marquée par l'inertie du changement climatique. À cette échelle de temps, l'augmentation projetée de la température mondiale est la même pour tous les scénarios d'émission. On fournit ici aussi des renseignements sur les risques et les avantages éventuels au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle et au-delà, à savoir à plus long terme quand les actions engagées produiront leurs effets. Dans ce cas, l'augmentation projetée de la température mondiale varie suivant les scénarios d'émission, et l'évaluation établit une distinction entre ce à quoi on peut s'attendre pour une augmentation de la température moyenne mondiale de 2 °C et de 4 °C au-dessus des niveaux préindustriels. Il est également expliqué de quelle manière et à quel moment des choix s'imposent pour réduire les risques futurs, l'accent étant mis sur les différences entre les échelles de temps propres aux avantages que présentent les mesures d'atténuation d'une part et les mesures d'adaptation d'autre part.

B-1. Risques principaux en fonction des secteurs et des régions

Par risques principaux, on entend les conséquences éventuelles jugées graves au sens de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, c'est-à-dire des « perturbations anthropiques dangereuses du régime climatique ». Ces risques sont ainsi qualifiés quand il s'agit de graves dangers ou de fortes vulnérabilités touchant les sociétés et systèmes exposés, voire les deux à la fois. La définition des risques principaux a été fondée sur des avis d'experts et sur les critères suivants: grande ampleur, probabilité élevée ou irréversibilité des conséquences; chronologie des incidences; vulnérabilité persistante ou exposition aux risques; ou possibilités limitées de réduction des risques par l'adaptation ou l'atténuation. Les risques principaux sont regroupés en cinq grandes classes complémentaires fondées sur les motifs de préoccupation décrits dans l'encadré RT.5.

Les risques principaux énumérés ci-après, tous assortis d'un degré de confiance élevé, couvrent plusieurs secteurs et régions. Chacun de ces risques contribue à un ou plusieurs des motifs de préoccupation énumérés dans l'encadré RT.5. Les chiffres romains correspondent aux lignes du tableau RT.3 qui four-

nissent davantage d'exemples pertinents, notamment d'interactions. [19.2 à 19.4, 19.6, tableau 19-4, encadré 19-2 et encart ET-PR]

- i) Risques de décès, de blessures, de maladies ou de perturbation des moyens de subsistance dans les zones côtières basses, les petits États insulaires en développement et les autres petites îles, dus aux ondes de tempête, aux inondations côtières et à l'élévation du niveau de la mer. Voir les motifs 1 à 5. [5.4, 8.2, 13.2, 19.2 à 19.4, 19.6, 19.7, 24.4, 24.5, 26.7, 26.8, 29.3, 30.3, tableaux 19-4 et 26-1, figure 26-2, encadrés 25-1 et 25-7 et encart ET-PR]
- ii) Risque de détérioration grave de la santé et de perturbation des moyens de subsistance au sein des grandes populations urbaines dues aux inondations survenant à l'intérieur des terres dans certaines régions. Voir les motifs 2 et 3. [3.4, 3.5, 8.2, 13.2, 19.6, 25.10, 26.3, 26.8, 27.3, tableaux 19-4 et 26-1, encadré 25-8 et encart ET-PR]
- iii) Risques systémiques dus à des phénomènes météorologiques extrêmes conduisant à la détérioration des réseaux d'infrastructures et des services essentiels tels que l'électricité, l'approvisionnement en eau, les services de santé et d'urgence. Voir les motifs 2 à 4. [5.4, 8.1, 8.2, 9.3, 10.2, 10.3, 12.6, 19.6, 23.9, 25.10, 26.7, 26.8, 28.3, tableau 19-4, encarts ET-PR et ET-ST]
- iv) Risques de mortalité et de morbidité pendant les périodes de chaleur extrême, en particulier pour les populations urbaines vulnérables et les personnes travaillant à l'extérieur dans les régions urbaines et rurales. Voir les motifs 2 et 3. [8.1, 8.2, 11.3, 11.4, 11.6, 13.2, 19.3, 19.6, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, tableaux 19-4 et 26-1, encarts ET-PR et ET-ST]
- v) Risques d'insécurité alimentaire et de rupture des systèmes alimentaires liés au réchauffement, aux sécheresses, aux inondations et à la variabilité des précipitations, y compris les phénomènes extrêmes, en particulier pour les populations les plus pauvres des régions urbaines et rurales. Voir les motifs 2 à 4. [3.5, 7.4, 7.5, 8.2, 8.3, 9.3, 11.3, 11.6, 13.2, 19.3, 19.4, 19.6, 22.3, 24.4, 25.5, 25.7, 26.5, 26.8, 27.3, 28.2, 28.4, tableau 19-4, encart ET-PR]
- vi) Risques de perte des moyens de subsistance et de revenus dans les régions rurales en raison d'un accès insuffisant à l'eau potable et à l'eau d'irrigation, ainsi qu'à la diminution de la productivité agricole, en particulier pour les agriculteurs et les éleveurs disposant de moyens limités dans les régions semi-arides. Voir les motifs 2 et 3. [3.4, 3.5, 9.3, 12.2, 13.2, 19.3, 19.6, 24.4, 25.7, 26.8, tableau 19-4, encadré 25-5 et encart ET-PR]
- vii) Risques de perte des écosystèmes marins et côtiers, de la biodiversité et des produits, des fonctions et des services écosystémiques qu'ils apportent aux moyens de subsistance, en particulier pour les collectivités de pêcheurs des régions tropicales et arctiques. Voir les motifs 1, 2 et 4. [5.4, 6.3, 7.4, 9.3, 19.5, 19.6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2, 28.3, 29.3, 30.5 à 30.7, tableau 19-4, encarts ET-AO, ET-RC, ET-PR et ET-ST]
- viii) Risque de perte d'écosystèmes terrestres et d'écosystèmes des eaux intérieures, de leur biodiversité, et des produits, des fonctions et des services écosystémiques qu'ils apportent aux moyens de subsistance. Voir les motifs 1, 3 et 4. [4.3, 9.3, 19.3 à 19.6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2, 28.3, tableau 19-4, encarts ET-PR et ET-EE]

Ayant à leur disposition des capacités limitées, les pays les moins développés et les collectivités vulnérables éprouvent des difficultés particulières à traiter bon nombre de ces risques.

L'ampleur croissante du réchauffement climatique augmente la probabilité d'incidences graves, généralisées et irréversibles.

Certains des risques posés par le changement climatique sont considérables à 1 ou 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels (comme le montre l'encadré RT.5). Le changement climatique que connaît la planète engendre des risques élevés à très élevés pour une augmentation de la température moyenne mondiale de 4 °C ou plus par rapport aux niveaux préindustriels, et ce pour tous les motifs de préoccupation (encadré RT.5). Ces risques incluent des incidences graves et généralisées sur des systèmes uniques et menacés, la disparition de nombreuses espèces, des risques importants pour la sécurité alimentaire mondiale et régionale, et la combinaison de conditions de température et d'humidité élevées capables de compromettre les activités humaines normales, y compris la production d'aliments et le travail à l'extérieur dans certaines régions et à certaines époques de l'année (*degré de confiance élevé*). Les niveaux précis de changement climatique suffisant pour atteindre des points de bascule (changement soudain et irréversible) restent incertains, mais les risques engendrés par le franchissement de plusieurs de ces points dans le système terrestre ou des systèmes humains et naturels interconnectés augmentent avec la hausse des températures (*degré de confiance moyen*). [4.2, 4.3, 11.8, 19.5, 19.7, 26.5, encart ET-ST]

Il est possible de réduire l'ensemble des risques associés au changement climatique en limitant le rythme et l'ampleur de ce changement. Risks Les risques sont réduits sensiblement dans le scénario

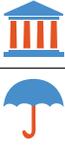
caractérisé par les températures projetées les plus basses (RCP2,6 – émissions faibles) comparativement au scénario caractérisé par les températures projetées les plus élevées (RCP8,5 – émissions élevées), en particulier au cours de la seconde moitié du XXI^e siècle (*degré de confiance très élevé*). En voici des exemples: la réduction de risques d'incidences négatives sur le rendement agricole, de raréfaction des ressources en eau, de grands défis à relever pour les établissements humains et les infrastructures urbaines découlant de l'élévation du niveau de la mer, ou encore d'incidences néfastes des chaleurs extrêmes, des inondations et des sécheresses dans les régions pour lesquelles on projette une augmentation de tels phénomènes. Une atténuation du changement climatique peut aussi réduire l'ampleur des mesures d'adaptation qui pourraient être requises. Cependant, dans tous les scénarios d'adaptation et d'atténuation analysés, certains risques liés aux incidences négatives persistent (*degré de confiance très élevé*). Comme l'atténuation réduit à la fois la vitesse et l'ampleur du réchauffement, elle pourrait permettre d'augmenter — peut-être de plusieurs décennies — le temps disponible pour l'adaptation à un niveau donné de changement climatique. Généralement, l'adaptation ne suffit pas toutefois pour contrer tous les effets du changement climatique. Outre les limites biophysiques que présente l'adaptation, lorsque les températures sont élevées par exemple, certaines mesures d'adaptation se révéleront trop onéreuses, nécessiteront trop de ressources ou ne présenteront un rapport coût-efficacité suffisant pour justifier le coût des investissements qu'une fois que les effets du changement climatique auront pris de l'ampleur (*degré de confiance élevé*). Certaines mesures d'atténuation ou d'adapta-



Tableau RT.3 Liste de phénomènes dangereux, de vulnérabilités principales, de risques principaux et de risques nouveaux tirés des chapitres du présent rapport. Les exemples qui suivent mettent en évidence la complexité des risques que présentent diverses combinaisons de phénomènes dangereux liés au climat, de facteurs de perturbation non climatiques et de vulnérabilités aux nombreuses facettes (voir aussi la figure RT.1). Les vulnérabilités dites principales sont le résultat d'une exposition aux dangers qui se combine à une vulnérabilité sociale, institutionnelle, économique ou environnementale, comme l'indiquent les icônes figurant dans le tableau. Les risques nouveaux sont les résultats d'interactions complexes entre différents systèmes. Les chiffres romains correspondent aux risques principaux dont la liste figure dans la section B-1. [19.6, tableau 19-4]

N°	Dangers	Vulnérabilités principales	Risques principaux	Risques nouveaux	
i	Élévation du niveau de la mer et inondations côtières y compris ondes de tempête [5.4.3, 8.1.4, 8.2.3, 8.2.4, 13.1.4, 13.2.2, 24.4, 24.5, 26.7, 26.8, 29.3, 30.3.1, encadrés 25-1 et 25-7; GTI RE5 3.7, 13.5, tableau 13-5]	Forte exposition des populations, de l'activité économique et des infrastructures dans les basses terres côtières et les petits États insulaires en développement Populations urbaines sans protection en raison de conditions de logement déplorables et d'assurance inappropriées. Populations rurales marginalisées en proie à une pauvreté aux dimensions multiples et pour lesquelles il est très difficile de remplacer les moyens de subsistance Attention insuffisante des autorités locales à la réduction des risques de catastrophe	 	Décès, blessures et moyens d'existence et approvisionnement en nourriture et en eau potable perturbés Perte des ressources mises en commun, du sentiment d'appartenance au lieu et de l'identité, en particulier parmi les populations autochtones dans les zones rurales côtières	Interactions entre urbanisation rapide, élévation du niveau de la mer, augmentation de l'activité économique, disparition des ressources naturelles et limites de l'assurance; le fait que la charge de la gestion des risques passe de l'État à ceux qui sont exposés augmente les inégalités
ii	Précipitations extrêmes et inondations à l'intérieur des terres [3.2.7, 3.4.8, 8.2.3, 8.2.4, 13.2.1, 25.10, 26.3, 26.7, 26.8, 27.3.5, encadré 25-8; GTI RE5 11.3.2]	Nombre important de personnes exposées aux inondations dans les zones urbaines, en particulier dans des ensembles informels d'habitats défavorisés Infrastructure de drainage urbain saturée, vieillissante, mal entretenue ou mal adaptée et incapacité relative de faire face et de s'adapter en raison de la marginalisation, de la grande pauvreté et des sexospécificités imposées par la culture Attention insuffisante des pouvoirs publics à la réduction des risques de catastrophe	 	Décès, blessures et sécurité humaine bouleversée, en particulier parmi les enfants, les personnes âgées et les handicapés	Interactions entre augmentation de la fréquence des précipitations intenses, urbanisation et limites de l'assurance; le fait que la charge de la gestion des risques passe de l'État à ceux qui sont exposés augmente les inégalités, érosion des actifs due aux dégâts subis par les infrastructures, abandon des quartiers urbains et création d'espaces représentant des pièges d'extrême pauvreté, particulièrement exposés
iii	Dangers nouveaux entraînant des risques systémiques [8.1.4, 8.2.4, 10.2, 10.3, 12.6, 23.9, 25.10, 26.7, 26.8; WGI AR5 11.3.2]	Populations et infrastructures exposées et manque d'expérience par rapport à ces dangers Planification de la gestion et conception des infrastructures souffrant de trop de spécificité par rapport aux dangers et faible capacité de prévision	 	Pannes des systèmes connectés au réseau électrique, ex.: systèmes de drainage fonctionnant à l'aide de pompes électriques ou services d'intervention en cas d'urgence reposant sur les télécommunications. Effondrement des services de santé et d'intervention en cas d'urgence, causé par les phénomènes extrêmes	Les interactions d'une situation de dépendance vis-à-vis de systèmes connectés au réseau électrique conduisent à une amplification des conséquences des phénomènes extrêmes. La réduction de la cohésion sociale causée par une perte de confiance dans les institutions de gestion compromet la préparation et la capacité de réagir.
iv	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des extrêmes de chaleur, ce qui inclut l'effet des îlots de chaleur urbains [8.2.3, 11.3, 11.4.1, 13.2, 23.5.1, 24.4.6, 25.8.1, 26.6, 26.8, encart ET-ST; GTI RE5 11.3.2]	Dans les zones urbaines exposées aux températures les plus élevées, progression de la partie de la population constituée de personnes âgées, de très jeunes enfants, de femmes enceintes et de malades chroniques Incapacité des organismes locaux chargés de la santé, de l'intervention en cas d'urgence et des services sociaux de s'adapter aux nouveaux niveaux de risque auxquels les groupes vulnérables sont exposés	 	Augmentation de la mortalité et de la morbidité au cours des périodes de chaleur extrême	Interactions des changements démographiques avec les changements touchant les températures extrêmes à l'échelle régionale, les îlots de chaleur et la pollution atmosphérique. Saturation des services de santé et d'intervention en cas d'urgence. Augmentation de la mortalité, de la morbidité et de la perte de productivité chez les travailleurs manuels sous les climats chauds

Tableau RT.3 (suite)

N°	Dangers	Vulnérabilités principales	Risques principaux	Risques nouveaux	
v	Réchauffement, sécheresse et variabilité des précipitations [7.3 à 7.5, 11.3, 11.6.1, 13.2, 19.3.2, 19.4.1, 22.3.4, 24.4, 26.8, 27.3.4; GTI RE5 11.3.2]	Fragilité des populations les plus pauvres des régions urbaines et rurales face à l'insécurité alimentaire qui en résulte, en particulier les agriculteurs qui sont des acheteurs nets de produits alimentaires et les personnes ayant de faibles revenus, ainsi que les économies tributaires de l'agriculture, importatrices nettes de produits alimentaires. Capacité restreinte de faire face parmi les personnes âgées et les familles monoparentales dirigées par une femme		Mise en danger, voire décès en raison d'une inversion des progrès réalisés pour réduire la malnutrition	Interactions des changements climatiques, de la croissance démographique, de la réduction de la productivité, des cultures à biocarburants et des prix des produits alimentaires avec des inégalités persistantes, et l'insécurité alimentaire continue s'appliquant aux pauvres augmentent la malnutrition ainsi que le fardeau des maladies. La saturation des réseaux sociaux réduit la capacité de faire face.
vi	Sécheresse [3.2.7, 3.4.8, 3.5.1, 8.2.3, 8.2.4, 9.3.3, 9.3.5, 13.2.1, 19.3.2, 24.4, 25.7, encadré 25-5; GTI RE5 12.4.1, 12.4.5]	Populations urbaines dépourvues de services d'eau. Pénuries d'eau existantes (et approvisionnements irréguliers) et contraintes sur des approvisionnements croissants		Insuffisance de l'approvisionnement en eau pour les populations et l'industrie conduisant à de graves mises en danger et impacts économiques	Interactions de l'urbanisation, de l'insuffisance des infrastructures, de l'épuisement des ressources en eau souterraine
		Manque de capacité et de résilience dans les programmes de gestion des ressources en eau, y compris les relations entre les zones rurales et les zones urbaines			
		Agriculteurs ou éleveurs disposant de peu de moyens en zones de terres arides et n'ayant qu'un accès insuffisant à l'eau pour l'irrigation ou pour abreuver les troupeaux		Perte de productivité agricole et de revenus pour les populations rurales. Destruction des modes d'existence en particulier ceux qui dépendent de cultures grosses consommatrices d'eau. Risque d'insécurité alimentaire	Interactions entre les vulnérabilités humaines: modes d'existence en voie de détérioration, pièges de la pauvreté, augmentation de l'insécurité alimentaire, diminution de la productivité des terres, émigration rurale et augmentation du nombre des nouveaux pauvres en milieu urbain dans les pays en développement. Atteinte éventuelle de points de bascule dans les systèmes de culture pluviale et d'élevage
Capacités restreintes de compenser les pertes dans les systèmes de culture et d'élevage tributaires de l'eau, et conflit portant sur les ressources naturelles		Manque de capacité et de résilience dans les programmes de gestion des ressources en eau, politique d'aménagement du territoire inadaptée et mauvaise compréhension et fragilisation des modes d'existence reposant sur l'élevage			
vii	Élévation de la température des océans, acidification des océans et recul des glaces de mer de l'Arctique [5.4.2, 6.3.1, 6.3.2, 7.4.2, 9.3.5, 22.3.2, 24.4, 25.6, 27.3.3, 28.2, 28.3, 29.3.1, 30.5, 30.6, encadrés ET-AO et ET-RC; GTI RE5 11.3.3]	Grande fragilité des récifs coralliens d'eau chaude et des écosystèmes associés pour les communautés côtières; grande fragilité des systèmes polaires, notamment face aux espèces envahissantes Fragilité des communautés de pêcheurs le long des côtes et dans les PEID, tributaires de ces écosystèmes, et des établissements humains et de leur culture dans l'Arctique		Diminution de la couverture de corail, des espèces arctiques et des écosystèmes associés avec réduction de la biodiversité et pertes éventuelles d'écoservices importants. Risque de disparition d'espèces endémiques, mélange des types d'écosystèmes et renforcement de la prédominance des organismes envahissants	Interactions des facteurs de perturbation, notamment l'acidification et le réchauffement sur les organismes calcaires augmentant les risques
viii	Élévation de la température des terres émergées et changements de la répartition spatiale des précipitations et de la fréquence et de l'intensité des extrêmes de chaleur [4.3.4, 19.3.2, 22.4.5, 27.3, encadré 23-1 et encart ET-EE; GTI RE5 11.3.2]	Fragilité des systèmes humains, des agroécosystèmes et des écosystèmes naturels face 1) à un dérèglement touchant les facteurs suivants: parasites et maladies, incendies, glissements de terrain, érosion, inondations, avalanches, qualité de l'eau et climat local; 2) à un manque de denrées alimentaires, de modes de subsistance, de fibres et de bioénergie; 3) à une disparition des loisirs, du tourisme, de la valeur esthétique et de celle du patrimoine, et de la biodiversité		Réduction de la biodiversité et pertes éventuelles d'écoservices importants. Risque de disparition d'espèces endémiques, mélange des types d'écosystèmes et renforcement de la prédominance des organismes envahissants	Interactions des systèmes sociaux et écologiques avec perte des écoservices dont ils sont tributaires



Vulnérabilité sociale



Vulnérabilité économique



Vulnérabilité environnementale



Vulnérabilité institutionnelle



Exposition

tion présentent aussi des risques. [3.4, 3.5, 4.2, 4.4, 16.3, 16.6, 17.2, 19.7, 20.3, 22.4, 22.5, 25.10, tableaux 3-2, 8-3 et 8-6, encadrés 16-3 et 25-1]

B-2. Risques sectoriels et possibilités d'adaptation

À court terme, à savoir les quelques décennies à venir qui constituent la période marquée par l'inertie du changement climatique, et à plus long terme, quand les actions engagées produiront leurs effets au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle et au-delà, le changement climatique amplifiera les risques existants liés au climat. Il engendrera aussi de nouveaux risques pour les systèmes naturels et humains, en fonction de l'ampleur et du rythme du changement et du degré de vulnérabilité et d'exposition des systèmes humains et naturels interconnectés.

Certains de ces risques seront limités à un secteur ou à une région donnée, tandis que d'autres auront des effets en cascade. Le changement

climatique devrait également, dans une moindre mesure, présenter certains avantages. Le tableau RT.4 présente un aperçu des principaux risques sectoriels assortis d'un *degré de confiance moyen à élevé*.

Le lecteur trouvera davantage de renseignements sur les risques sectoriels et d'éventuels avantages relativement limités, dans l'aperçu introduisant chaque secteur ci-après ainsi que dans les chapitres 3 à 13.

Ressources en eau douce

Les risques que fait peser le changement climatique sur les ressources en eau douce devraient augmenter sensiblement avec l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre (éléments robustes, degré de cohérence élevé). La proportion de la population mondiale aux prises avec des pénuries d'eau et celle exposée à de graves épisodes d'inondations causées par les crues des cours

Encadré RT.5 | Perturbations anthropiques du système climatique

L'influence de l'homme sur le système climatique est clairement établie (section D.3, RID – GTI RE5; sections 2.2, 6.3, 10.3 à 10.6, 10.9 GTI RE5). Cependant, pour déterminer dans quelle mesure cette influence constitue une «perturbation anthropique dangereuse» au sens de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, il convient de faire appel à la fois à l'évaluation des risques et à l'avis d'experts. L'évaluation scientifique permet d'établir les caractères des risques en fonction de la probabilité, de l'ampleur et de la portée des conséquences éventuelles du changement climatique. Par l'étude scientifique, il est également possible d'évaluer les variations spatiales et temporelles des risques suivant différentes voies de développement et leurs effets sur la vulnérabilité, l'exposition et le degré de changement climatique. Cependant, pour interpréter le danger éventuel que représentent les risques, il faut prendre en compte des jugements de valeur émis par des personnes dont les buts et la vision du monde diffèrent. Les avis que l'on peut porter sur les risques associés au changement climatique varient en fonction de l'importance relative qu'on attache aux biens économiques par opposition aux écosystèmes, au présent par opposition au futur et à l'étalement des effets par opposition à leur cumul. De certains points de vue, des conséquences isolées ou peu fréquentes du changement climatique peuvent ne pas atteindre le niveau d'une perturbation anthropique dangereuse, ce qui pourrait ne pas être le cas d'une accumulation d'incidences de même sorte, qui gagneraient en étendue, en fréquence et en intensité. Le rythme du changement climatique peut aussi avoir une influence sur les risques. Le présent rapport évalue les risques qui se posent dans divers contextes et au fil du temps afin de déterminer le niveau de changement climatique à partir duquel ces risques deviennent dangereux.

Cinq motifs de préoccupation constituent un cadre de synthèse aux principaux risques qui se posent dans les divers secteurs et régions. Définis pour la première fois dans le troisième rapport d'évaluation du GIEC, ces motifs illustrent les conséquences du réchauffement planétaire et les limites de l'adaptation des populations humaines, des économies et des écosystèmes. Ils servent de point de départ à l'évaluation des perturbations anthropiques dangereuses du système climatique. Les risques liés à chacun de ces motifs de préoccupation, actualisés à partir d'un examen de la documentation spécialisée et des avis d'experts, sont énumérés ci-dessous, ainsi que dans la figure 1 de l'encadré RT.5. Toutes les valeurs de la température représentent le changement de la moyenne mondiale par rapport à la période 1986–2005 («récente»)¹. [18.6, 19.6]

- 1) **Systèmes uniques et menacés:** Certains systèmes uniques et menacés, y compris des écosystèmes et des cultures, sont déjà mis en danger par le changement climatique (*degré de confiance élevé*). Une augmentation de la température moyenne mondiale de 1 °C aurait pour effet d'accroître le nombre de ces systèmes exposés à des conséquences graves. Beaucoup d'espèces et de systèmes dotés de capacités d'adaptation limitées encourraient des risques très élevés si la température moyenne mondiale augmentait de 2 °C, en particulier la banquise de l'Arctique et les récifs coralliens.
- 2) **Phénomènes météorologiques extrêmes:** Les risques de phénomènes météorologiques extrêmes liés au changement climatique (ex.: vagues de chaleur, précipitations extrêmes et inondations des zones côtières) atteignent déjà un niveau modéré (*degré de confiance élevé*) et atteindraient un niveau élevé avec une augmentation supplémentaire de la température moyenne mondiale de 1 °C (*degré de confiance moyen*). Les risques liés à certains types de phénomènes extrêmes (ex.: chaleur extrême) augmentent davantage encore sous l'effet de températures plus élevées (*degré de confiance élevé*).
- 3) **Répartition des incidences:** Les risques ne sont pas répartis uniformément et sont généralement plus grands pour les populations et les collectivités défavorisées de tous les pays, quel que soit leur niveau de développement. Les risques sont déjà modérés à cause des incidences régionales du changement climatique, en particulier sur les productions végétales (*degré de confiance moyen à élevé*). Selon les baisses projetées des rendements des cultures et de l'approvisionnement en eau à l'échelle régionale, une hausse supplémentaire de plus de 2 °C de la température moyenne mondiale entraînerait un risque élevé d'incidences inégalement réparties (*degré de confiance moyen*).
- 4) **Incidences mondiales cumulées:** Les risques d'incidences mondiales cumulées d'un réchauffement compris entre 1 et 2 °C sont jugés modérés; ils concernent à la fois la diversité biologique de la planète et l'économie mondiale (*degré de confiance moyen*). Un réchauffement supplémentaire d'environ 3 °C pose des risques élevés se traduisant par une perte considérable de biodiversité et la disparition des produits et services écosystémiques qu'elle suppose (*degré de confiance élevé*). Une augmentation de la température provoque une accélération des dommages économiques (*éléments limités, degré de cohérence élevé*), mais peu d'estimations quantitatives ont été réalisées pour des niveaux de réchauffement supplémentaire d'environ 3 °C ou plus.
- 5) **Phénomènes particuliers de grande échelle:** Avec l'augmentation du réchauffement, certains systèmes physiques ou écosystèmes courent le risque de subir des changements soudains et irréversibles. Les risques d'atteindre ce genre de seuil ou de point de bascule deviennent modérés lorsque le réchauffement supplémentaire varie de 0 à 1 °C, étant donné les signes avant-coureurs de changements irréversibles de régime déjà affichés par les récifs coralliens d'eau chaude et les écosystèmes arctiques (*degré de confiance moyen*). Les risques augmentent d'une manière disproportionnée avec une hausse supplémentaire de la température moyenne mondiale de 1 à 2 °C, et deviennent élevés au-dessus de 3 °C à cause de la possibilité d'une élévation importante et irréversible du niveau des océans due à la fonte des inlandsis. Un réchauffement soutenu dépassant un certain seuil² entraînerait une disparition quasi complète de l'inlandsis groenlandais d'ici un millénaire ou plus, et provoquerait une élévation du niveau moyen des océans atteignant jusqu'à sept mètres.

¹ Le réchauffement observé de 1850–1900 à 1986–2005 s'établit à 0,61 °C (intervalle de confiance à 5–95 %: 0,55 à 0,67 °C). [GTI RE5, 2.4]

² Selon les estimations actuelles, ce seuil, établi par rapport aux niveaux préindustriels, est supérieur à environ 1 °C (*degré de confiance faible*), mais inférieur à environ 4 °C (*degré de confiance moyen*). [RID – GTI RE5, 5.8, 13.4, 13.5]

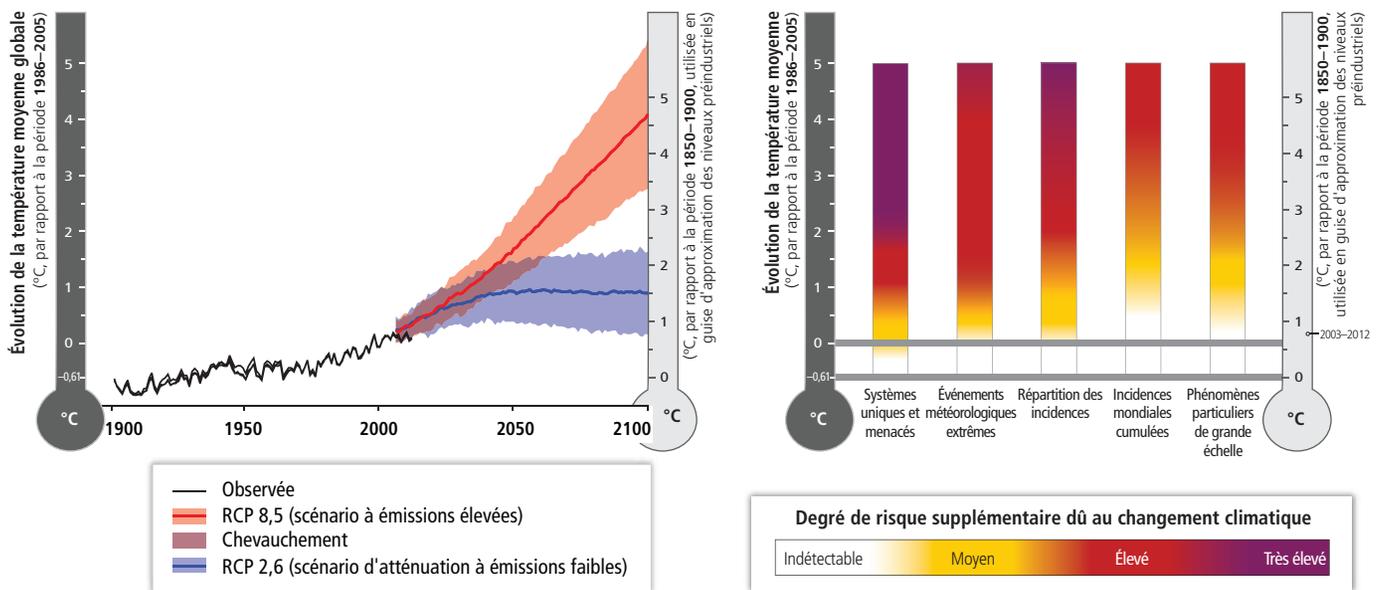


Figure 1 de l'encadré RT.5 | Perspective globale des risques liés au climat. Les risques correspondant à chacun des motifs de préoccupation sont indiqués à droite, pour des niveaux croissants de changement climatique. Les couleurs servent à indiquer le risque supplémentaire dû au changement climatique lorsqu'un niveau de température est atteint, puis maintenu ou dépassé. Le risque indétectable (en blanc) indique qu'il n'y a pas d'incidence associée détectable et attribuable au changement climatique. Le risque modéré (en jaune) indique que les incidences associées sont à la fois détectables et attribuables au changement climatique avec un *niveau de confiance* au moins *moyen*, compte tenu également des autres critères spécifiques aux risques principaux. Le risque élevé (en rouge) indique que les incidences associées sont graves et de grande ampleur, en prenant également en compte les autres critères spécifiques aux risques principaux. Le violet, utilisé pour la première fois dans la présente évaluation, indique que tous les critères spécifiques aux risques principaux laissent conclure à un risque très élevé. [Figure 19–4] En guise de référence, la moyenne annuelle globale passée et prévue de la température à la surface du globe est indiquée à gauche, comme dans la figure RID.4. [Figure RC–1, encart ET-CR; GTI RE5, figures RID.1 et RID.7] Selon la plus longue série disponible de données de température à la surface du globe, le changement observé entre la moyenne de la période 1850–1900 et la période de référence du cinquième Rapport d'évaluation (1986–2005) s'établit à 0,61 °C (intervalle de confiance à 5–95 % : 0,55 à 0,67 °C) [GTI RE5, RID, 2.4], qui est utilisée ici en guise d'approximation du changement de la

d'eau s'élèveront à mesure que la température mondiale augmentera au cours du XXI^e siècle. Voir par exemple la figure RT.6. [3.4, 3.5, 26.3, tableau 3-2, encadré 25-8]

Au cours du XXI^e siècle, on prévoit que le changement climatique conduira à un appauvrissement sensible des ressources renouvelables en eau de surface et en eau souterraine dans la plupart des régions subtropicales arides (éléments robustes, degré de cohérence élevé), ce qui exacerbera la concurrence intersectorielle autour des ressources hydriques (éléments limités, degré de cohérence moyen). Dans les régions actuellement arides, il est probable, selon le RCP8,5, que la fréquence des sécheresses augmentera d'ici la fin du XXI^e siècle (*degré de confiance moyen*). Par contre, les ressources hydriques devraient afficher une hausse sous les latitudes élevées (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Le changement climatique devrait par ailleurs réduire la qualité de l'eau brute et menacer la qualité de l'eau potable de telle manière que les méthodes de traitement classiques seront dépassées, à cause de l'interaction des facteurs suivants: augmentation de la température, augmentation de la charge en sédiments, hausse des concentrations d'éléments nutritifs et de polluants causée par les pluies abondantes, hausse des concentrations de polluants pendant les sécheresses, perturbation des installations de traitement pendant les inondations (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). [3.2, 3.4, 3.5, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3, tableaux 3-2 et 23-3, encarts ET-RE et ET-EE; GTI RE5 12.4]

Les techniques de gestion adaptative de l'eau, notamment la planification de scénarios, les démarches fondées sur l'apprentissage et la mise en place de solutions souples et quasi sans regret peuvent contribuer à accroître la résilience aux changements et aux incidences hydrologiques aléatoires provoqués par les

changements climatiques (éléments limités, degré de cohérence élevé). Par leur insuffisance, les capacités humaines et institutionnelles, les ressources financières et les moyens de sensibilisation et de communication constituent des entraves au progrès. [3.6, encadré 25-2]

Écosystèmes terrestres et dulçaquicoles

Le changement climatique devrait constituer un puissant facteur de perturbation pour les écosystèmes terrestres et dulçaquicoles au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle, en particulier selon les scénarios de réchauffement important que sont le RCP6,0 et le RCP8,5 (degré de confiance élevé). À l'échelle de la planète, jusqu'en 2040, les impacts des activités humaines, notamment les changements d'affectation des terres, la pollution et l'aménagement des ressources en eau, continueront de représenter les principales menaces pour la plupart des écosystèmes dulçaquicoles (*degré de confiance élevé*) et la plupart des écosystèmes terrestres (*degré de confiance moyen*). Beaucoup d'espèces seront incapables de trouver des conditions climatiques qui leurs sont propices sous les scénarios caractérisés par un rythme modéré à élevé de changement climatique (c'est-à-dire, RCP4,5, 6,0 et 8,5) au cours du XXI^e siècle (*degré de confiance moyen*). Une évolution moins rapide des conditions climatiques (par exemple, RCP2,6) posera moins de problèmes (voir figure RT.5). Certaines espèces s'adapteront aux nouveaux climats. Celles qui ne peuvent s'adapter assez rapidement verront leur abondance diminuer, et disparaîtront d'une portion ou de l'ensemble de leur aire de répartition. Au cours du XXI^e siècle, on pourrait assister dans beaucoup de régions à une hausse du taux de mortalité des arbres et au dépérissement terminal des forêts sous l'effet d'une hausse des températures et de la fréquence des sécheresses (*degré de confiance moyen*). Le dépérissement terminal des

Encadré RT.6 | Conséquences d'une forte augmentation de la température

Voici, selon les projections effectuées, une sélection des incidences marquantes du changement climatique en cas de forte élévation de la température. Le degré de réchauffement (ex.: réchauffement de 4 °C) représente, sauf indication contraire, l'augmentation de la température moyenne mondiale par rapport aux niveaux préindustriels.

Pour un réchauffement de 4 °C, le changement climatique deviendrait, selon les projections, un déterminant de plus en plus important des incidences sur les écosystèmes, comparable au changement d'affectation des terres. [4.2, 19.5] Plusieurs études projettent de fortes augmentations du stress hydrique, des réserves d'eau souterraines et des sécheresses dans plusieurs régions, dans le cas d'un réchauffement supérieur à 4 °C, mais des diminutions dans d'autres, les régions déjà arides étant en général celles qui souffriraient le plus de pénuries d'eau. [19.5]

Avec une augmentation du réchauffement, les risques de phénomènes isolés de grande ampleur augmenteront, notamment la désintégration des nappes glaciaires, le rejet du méthane piégé dans des clathrates, l'apparition de sécheresses à long terme dans des régions comme le sud-ouest de l'Amérique du Nord [19.6, encadré 26-1; GTI RE5 12.4, 12.5, 13.4], ainsi que des changements de régime dans les écosystèmes et la disparition de nombreuses espèces [4.3, 19.6]. Un réchauffement continu supérieur à un certain seuil au-dessus des niveaux préindustriels provoquerait la disparition quasi complète de la calotte du Groenland en un millénaire ou plus, ce qui entraînerait une hausse du niveau moyen des mers pouvant atteindre jusqu'à 7 m (*degré de confiance élevé*). Les estimations actuelles indiquent que ce seuil de réchauffement moyen du globe par rapport aux niveaux préindustriels est supérieur à environ 1 °C (*degré de confiance faible*), mais inférieur à environ 4 °C (*degré de confiance moyen*). [RID – GTI RE5, 5.8, 13.4, 13.5] Une perte de glace soudaine et irréversible liée à une instabilité potentielle des parties marines de la calotte de l'Antarctique est possible, mais les éléments actuellement disponibles et le niveau de compréhension de ces phénomènes sont insuffisants pour permettre une estimation quantitative. [19.6; RID – GTI RE5, 5.8, 13.4, 13.5] Une élévation du niveau de la mer atteignant entre 0,45 et 0,82 m (0,63 m en moyenne) est probable d'ici 2081 à 2100 selon le RCP8,5 (*degré de confiance moyen*) [GTI RE5 tableaux RID.2 et 13.5], cette élévation se poursuivant après 2100.

Il est *très probable* que la circulation méridienne océanique de retournement de l'Atlantique (AMOC) faiblira au cours du XXI^e siècle, l'estimation de réduction la plus probable selon le RCP8,5 étant de 34 % (avec une plage de 12 à 54 %). [RID – GTI RE5, 12.4] Les estimations du dégazage de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane (CH₄) vers l'atmosphère provenant du carbone stocké dans le pergélisol en dégel au cours du XXI^e siècle sont comprises entre 50 et 250 GtC pour le RCP8,5 (*degré de confiance faible*). [RID – GTI RE5, 6.4] Il est probable, d'après le scénario RCP8,5, que l'océan Arctique sera quasiment libre de glace en septembre avant la moitié du XXI^e siècle (*degré de confiance moyen*). [RID – GTI RE5, 11.3, 12.4, 12.5]

D'ici 2100, selon le scénario à émissions élevées 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 les activités humaines normales, notamment les cultures vivrières ou le travail à l'extérieur (*degré de confiance élevé*). [11.8] Des hausses de la température mondiale moyenne d'environ 4 °C ou plus par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, combinées à une hausse de la demande de denrées alimentaires, engendreraient des risques considérables pour la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale et régionale (*degré de confiance élevé*). [7.4, 7.5, tableau 7-3, figures 7-1, 7-4, et 7-7, encadré 7-1]

Dans le cas d'un réchauffement de 4 °C, des modèles montrent une forte augmentation des risques d'incendie en plusieurs endroits dans le monde. [4.3, figure 4-6] Ce même réchauffement entraînerait une augmentation marquée du risque d'extinction pour plusieurs espèces terrestres et dulçaquicoles, bien que le *degré de cohérence* soit *faible* en ce qui concerne la proportion des espèces exposées. [4.3] On prévoit une mortalité largement répandue parmi les récifs coralliens avec des conséquences importantes sur leurs écosystèmes (*degré de confiance élevé*). [5.4, encart ET-RC] Les évaluations des incidences écologiques éventuelles d'un réchauffement égal ou supérieur à 4 °C aboutissent à un risque élevé de pertes importantes pour la biodiversité avec les pertes correspondantes d'écoservices (*degré de confiance élevé*). [4.3, 19.3, 19.5, encadré 25-6]

L'exposition au stress hydrique, les crues et les inondations côtières, les incidences néfastes sur les rendements des cultures et les perturbations touchant les fonctions et les services des écosystèmes devraient grandement augmenter, ce qui constituerait pour la société en général et pour l'économie mondiale d'importantes incidences du changement climatique dont les effets pourraient se conjuguer. [19.4 à 19.6]

forêts constitue une menace pour le stockage du carbone, la biodiversité, la production de bois, la qualité de l'eau, les aires d'agrément et l'activité économique. Des mesures de gestion — par exemple, protection de la diversité génétique, aide à la migration et à la dispersion des espèces, interventions contre les sources de perturbation (incendies, inondations,

etc.) et réduction d'autres facteurs de perturbation — peuvent réduire, sans toutefois les éliminer, les risques d'incidences sur les écosystèmes terrestres et dulçaquicoles, et renforcer la capacité inhérente des écosystèmes et des espèces qu'ils abritent à s'adapter à l'évolution du climat (*degré de confiance élevé*). [4.3, 4.4, 25.6, 26.4, encadrés 4-2 et 4-3 et encart ET-RE]

Tableau RT.4 | Risques sectoriels principaux induits par le changement climatique et perspectives de réduction de ces risques par le biais de mesures d'adaptation et d'atténuation. Les risques principaux ont été définis sur la base d'une évaluation de la documentation scientifique, technique et socio-économique pertinente examinée en détail dans les sections des chapitres indiquées en référence. 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. On indique pour chaque risque le degré de gravité — de très faible à très élevé — pour trois horizons temporels — moment présent, court terme (évalué sur la période 2030–2040) et long terme (évalué sur la période 2080–2100). Les niveaux de risque intègrent les probabilités et les conséquences sur l'éventail le plus large possible des résultats envisageables compte tenu des données disponibles dans la documentation spécialisée. Ces résultats possibles découlent des interactions entre les dangers associés aux phénomènes climatiques, la vulnérabilité et le degré d'exposition. Chaque niveau de risque reflète le risque total résultant des facteurs climatiques et non climatiques. Au cours de la période à court terme marquée par l'inertie du changement climatique, les degrés projetés d'augmentation de la température moyenne mondiale ne divergent pas beaucoup d'un scénario d'émissions à l'autre. À plus long terme, quand les mesures prises produiront leurs effets, les niveaux de risque sont analysés selon deux scénarios d'augmentation de la température moyenne mondiale (hausse de 2 ou de 4 °C par rapport aux niveaux préindustriels). Ces scénarios servent à illustrer le rôle possible des mesures d'atténuation et d'adaptation dans la réduction des risques liés au changement climatique. Pour le moment présent, les niveaux de risque ont été estimés en tenant compte de l'adaptation actuelle et d'un hypothétique état d'adaptation optimale, en cherchant à déterminer les déficits d'adaptation existants. Pour les deux horizons éloignés, les niveaux de risque ont été estimés en posant l'hypothèse d'une poursuite de l'adaptation en cours ou d'un état hautement adapté représentant le potentiel d'adaptation et ses limites. Les divers déterminants climatiques à l'origine des incidences sont indiqués par des icônes. Les niveaux de risque ne sont pas nécessairement comparables, car l'évaluation prend en compte les incidences possibles et l'adaptation au sein de différents systèmes physiques, biologiques ou humains et dans des contextes variés. L'importance des différences de valeurs et d'objectifs est prise en compte dans l'interprétation des niveaux de risque évalués.

RT

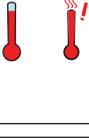
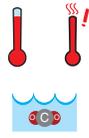
Facteurs déterminants des incidences liées au climat									Degré de risque et possibilités d'adaptation																	
 Tendence au réchauffement	 Température extrême	 Tendence à l'assèchement	 Précipitations extrêmes	 Cyclones destructeurs	 Inondations	 Ondes de tempête	 Acidification des océans	 Fertilisation par le dioxyde de carbone	 <p>Possibilités supplémentaires d'adaptation pour réduire le risque.</p> <p>Degré de risque compte tenu d'un degré élevé d'adaptation</p> <p>Degré de risque compte tenu du degré d'adaptation actuel</p>																	
Risques planétaires																										
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation		Déterminants climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																					
<p>Réduction du puits de carbone terrestre: Le carbone stocké dans les écosystèmes terrestres peut être relâché dans l'atmosphère en raison d'une augmentation de la fréquence des incendies découlant du changement climatique et de la sensibilité de la respiration des écosystèmes à l'élévation de la température. (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[4.2, 4.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mesures d'adaptation: Gérer l'utilisation des terres (y compris le déboisement), les incendies et d'autres perturbations, et les facteurs de perturbation non climatiques. 			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Très faibles</th> <th>Modérés</th> <th>Très élevés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2 °C (2080–2100)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme 2 °C (2080–2100)									
	Très faibles	Modérés	Très élevés																							
Moment présent																										
Court terme (2030–2040)																										
Long terme 2 °C (2080–2100)																										
<p>Point de bascule dans la région boréale: Les écosystèmes arctiques sont vulnérables au changement soudain lié au dégel du pergélisol, à la propagation des arbustes dans la toundra et à l'augmentation des parasites et des incendies dans les forêts boréales. (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[4.3, encadré 4-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Peu de mesures d'adaptation applicables dans l'Arctique. 			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Très faibles</th> <th>Modérés</th> <th>Très élevés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2 °C (2080–2100)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme 2 °C (2080–2100)									
	Très faibles	Modérés	Très élevés																							
Moment présent																										
Court terme (2030–2040)																										
Long terme 2 °C (2080–2100)																										
<p>Point de bascule dans la région amazonienne: Les forêts amazoniennes humides pourraient soudainement devenir des écosystèmes à moindre teneur en carbone, adaptés à la sécheresse et aux incendies. (<i>degré de confiance faible</i>)</p> <p>[4.3, encadré 4-3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Des mesures gouvernementales et des mesures influant sur le marché peuvent réduire le déboisement et les incendies. 			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Très faibles</th> <th>Modérés</th> <th>Très élevés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2 °C (2080–2100)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme 2 °C (2080–2100)									
	Très faibles	Modérés	Très élevés																							
Moment présent																										
Court terme (2030–2040)																										
Long terme 2 °C (2080–2100)																										
<p>Augmentation des risques d'extinction d'espèces: Une fraction importante des espèces évaluées risque de s'éteindre en raison du changement climatique, souvent conjugué à d'autres menaces. Les espèces intrinsèquement lentes à se propager, en particulier quand elles occupent des espaces dénués de relief sur lesquels le changement climatique se produira rapidement, selon les projections, et les espèces situées dans des habitats isolés, notamment les sommets montagneux, les îles ou de petites régions protégées, sont particulièrement exposées. Les effets en cascade par l'intermédiaire d'interactions entre organismes, en particulier ceux qui sont vulnérables aux changements phénologiques, amplifient le risque. (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[4.3, 4.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mesures d'adaptation: Réduire la modification et la fragmentation de l'habitat, la pollution, la surexploitation et les espèces envahissantes; étendre les zones protégées; influencer sur la dispersion; et assurer la conservation <i>ex situ</i>. 			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Très faibles</th> <th>Modérés</th> <th>Très élevés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2 °C (2080–2100)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme 2 °C (2080–2100)									
	Très faibles	Modérés	Très élevés																							
Moment présent																										
Court terme (2030–2040)																										
Long terme 2 °C (2080–2100)																										
<p>Croissance et survie réduites des crustacés et coquillages à valeur commerciale et d'autres espèces calcifiantes (ex.: coraux formant des récifs, algues rouges calcaires) en raison de l'acidification des océans. (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[5.3, 6.1, 6.3, 6.4, 30.3, encart ET-AO]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Des éléments montrent que les capacités de résistance et d'évolution adaptative diffèrent suivant les espèces, mais que celles-ci seront probablement restreintes si les concentrations de CO₂ et la température augmentent. Mesures d'adaptation: Exploiter des espèces présentant une meilleure résilience ou protéger des habitats dont la teneur en CO₂ est naturellement faible, ainsi que réduire d'autres facteurs de perturbation, principalement la pollution, et restreindre les pressions que font peser le tourisme et la pêche 			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Très faibles</th> <th>Modérés</th> <th>Très élevés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2 °C (2080–2100)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme 2 °C (2080–2100)									
	Très faibles	Modérés	Très élevés																							
Moment présent																										
Court terme (2030–2040)																										
Long terme 2 °C (2080–2100)																										
<p>Réduction de la biodiversité marine en cas de changement climatique suivant un rythme élevé. (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[6.3, 6.4, tableau 30-4, encart ET-BM]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mesures d'adaptation: Elles se limitent à réduire les autres facteurs de perturbation, principalement la pollution, et à restreindre les pressions que font peser les activités humaines le long des côtes, notamment le tourisme et la pêche. 			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Très faibles</th> <th>Modérés</th> <th>Très élevés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2 °C (2080–2100)</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent				Court terme (2030–2040)				Long terme 2 °C (2080–2100)									
	Très faibles	Modérés	Très élevés																							
Moment présent																										
Court terme (2030–2040)																										
Long terme 2 °C (2080–2100)																										

Tableau RT.4 (suite)

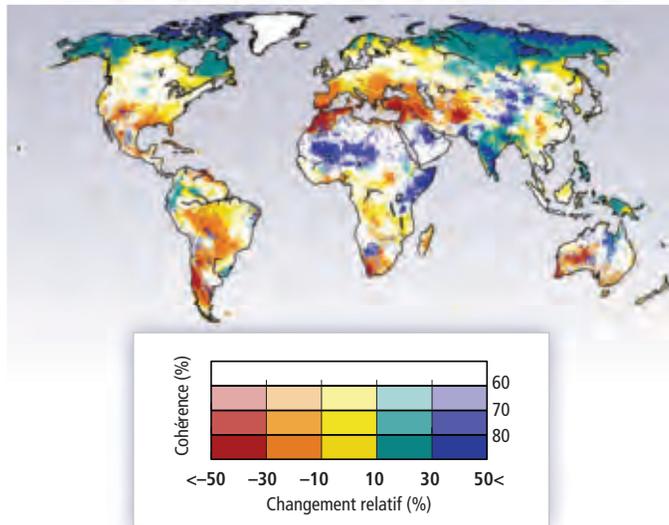
Risques planétaires																							
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Déterminants climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																			
<p>Incidences négatives sur les rendements moyens des cultures et augmentation de la variabilité des rendements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

RT

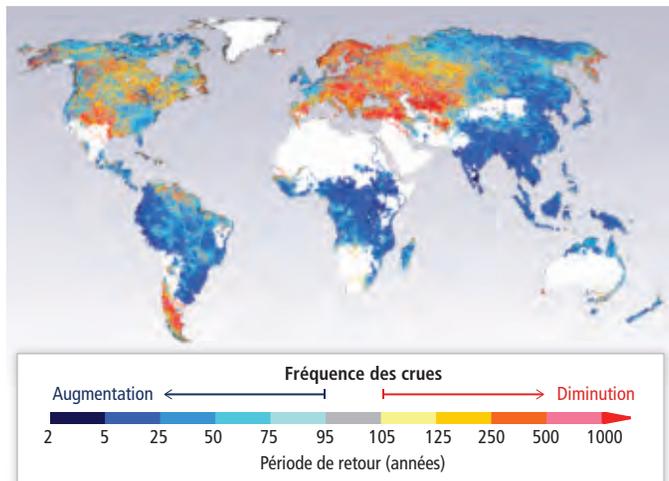
Une proportion importante des espèces terrestres et dulçaquicoles est exposée à des risques accrus de disparition compte tenu du changement climatique projeté au cours du XXI^e siècle et au-delà, à cause, en particulier, des interactions entre le changement climatique et d'autres facteurs de perturbation comme la modification de l'habitat, la surexploitation, la pollution et les espèces envahissantes (*degré de confiance élevé*). Le risque d'extinction est accru dans l'ensemble des scénarios RCP; il croît en fonction de l'ampleur et du rythme du changement climatique. Les modèles prévoient que le risque d'extinction augmentera à l'avenir en raison du changement climatique, mais le *degré de cohérence* est faible en ce qui concerne la proportion des espèces exposées, la répartition régionale et taxinomique de telles extinctions, et l'échelle de temps sur laquelle porteraient ces extinctions. Pour établir des projections quantitatives des risques d'extinction, des modèles utilisés précédemment ne tenaient pas compte de certains éléments, ce qui entraînait des incertitudes; grâce à des modèles se rapprochant mieux de la réalité, on a montré que les modèles relativement simplistes tendaient soit à sous-estimer soit à surestimer les risques d'extinction. [4.3, 25.6]

Pendant le siècle en cours, l'ampleur et le rythme du changement climatique associés aux scénarios à émissions modérées à élevées

A)



B)



(RCP4,5, 6,0 et 8,5) présenteront un risque élevé de bouleversement brutal et irréversible à l'échelle régionale de la composition, la structure et les fonctions des écosystèmes terrestres et dulçaquicoles, y compris les milieux humides (*degré de confiance moyen*). Le système arctique de la toundra boréale (*degré de confiance moyen*) et la forêt amazonienne (*degré de confiance faible*) sont des exemples de systèmes qui pourraient avoir une incidence importante sur le climat. Dans le cas de la toundra boréale, le changement climatique, en se poursuivant, transformera la composition des espèces, la couverture du sol, le drainage et l'étendue du pergélisol, ce qui conduira à une baisse de l'albédo et à la libération de gaz à effet de serre (*degré de confiance moyen*), sans que des mesures d'adaptation puissent contrer un changement important (*degré de confiance élevé*). De graves sécheresses dont la fréquence augmenterait, en se combinant avec les changements d'affectation des terres et les incendies de forêt, entraîneraient la transformation d'une grande partie des forêts amazoniennes qui deviendraient des écosystèmes à moindre teneur en carbone, adaptés à la sécheresse et aux incendies, ce qui menacerait la biodiversité tout en diminuant la capacité de piégeage du carbone atmosphérique (*degré de confiance faible*). Pour diminuer le risque d'un tel bouleversement dans la région amazonienne, ainsi que les conséquences néfastes qu'il pourrait avoir, il faut grandement réduire le déboisement et mettre en

C)

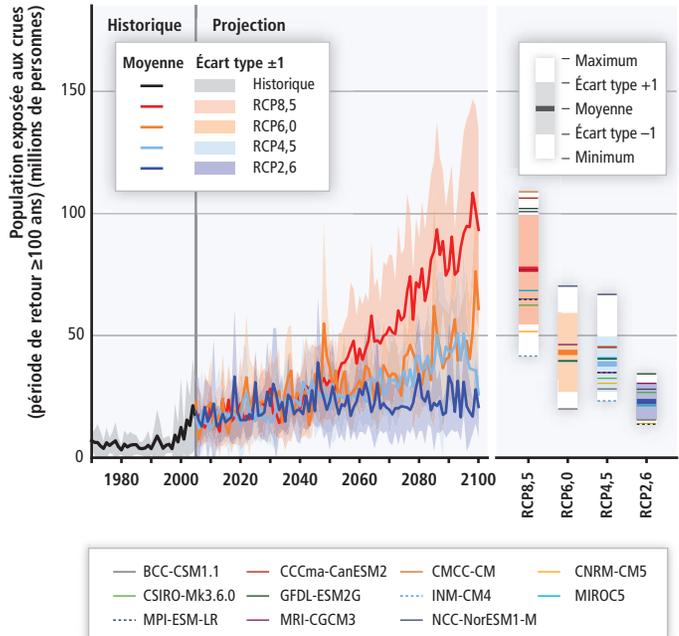


Figure RT.6 | A) Changement en pourcentage du débit moyen annuel des cours d'eau pour une hausse de la température moyenne mondiale de 2 °C par rapport à celle de 1980-2010. Les différentes nuances de couleurs indiquent le changement moyen multimodèle pour cinq modèles de circulation générale (MCG) et onze modèles hydrologiques globaux (MHG). Quand la couleur est saturée, c'est qu'il y a accord sur le signe du changement pour l'ensemble des 55 combinaisons de modèles MHG-MCG (pourcentage des exécutions de modèles qui s'accordent sur le signe du changement). B) et C) Projection du changement concernant la période de retour des crues et l'exposition des populations, basée sur les résultats d'un modèle hydrologique alimenté par onze MCG et sur les données démographiques de 2005. B) Projection dans les années 2080, selon le RCP8,5, de la période de retour médiane multimodèle (en années) de la crue centennale du XX^e siècle. C) Exposition de la population mondiale à la crue centennale du XX^e siècle, en millions de personnes. À gauche, moyennes d'ensemble des simulations historiques (ligne noire) et futures (lignes de couleur) pour chacun des scénarios, les parties ombrées indiquant l'écart type de ±1. À droite, maximum et minimum (parties blanches), moyenne (lignes colorées épaisses), écart type de ±1 (parties ombrées) et projections de chacun des MCG (lignes colorées fines), dont les moyennes ont été calculées sur l'ensemble du XXI^e siècle. [figures 3-4 et 3-6]

place une gestion efficace des incendies de forêt à grande échelle (*degré de confiance moyen*). [4.2, 4.3, figure 4-8, encadrés 4-3 et 4-4]

Le rôle de puits naturels de carbone, que tiennent les écosystèmes terrestres, sera compensé partiellement, à l'échelle décennale, par les émissions de carbone résultant de la conversion des écosystèmes naturels (principalement les forêts) en terres agricoles et en pâturages, et de la dégradation des écosystèmes (*degré de confiance élevé*). Le carbone stocké dans la biosphère terrestre (ex.: les tourbières, le pergélisol et les forêts) risque de s'échapper dans l'atmosphère sous l'effet du changement climatique, du déboisement et de la dégradation des écosystèmes. [4.2, 4.3, encadré 4-3]

Systèmes côtiers et basses terres littorales

En raison de l'élévation du niveau des mers projetée pendant toute la durée du XXI^e siècle et au-delà, les systèmes côtiers et les zones de faible altitude seront de plus en plus exposés à des incidences négatives comme la submersion, les inondations et l'érosion des côtes (*degré de confiance très élevé*). L'exposition projetée des populations et des biens aux risques côtiers ainsi que les pressions exercées par l'homme sur les écosystèmes côtiers devraient augmenter sensiblement au cours des décennies à venir en raison de la croissance démographique,

du développement économique et de l'urbanisation (*degré de confiance élevé*). Les coûts relatifs de l'adaptation des zones côtières au cours du XXI^e siècle sont extrêmement variables entre les régions et les pays et au sein de ceux-ci. Certains pays en développement et petits États insulaires de faible altitude devraient faire face à des incidences très importantes qui, dans certains cas, pourraient engendrer des coûts liés aux dommages et à l'adaptation correspondant à plusieurs points de pourcentage du PIB. [5.3 à 5.5, 8.2, 22.3, 24.4, 25.6, 26.3, 26.8, tableau 26-1, encadré 25-1]

Systèmes marins

D'ici au milieu du XXI^e siècle, les changements de distribution spatiale des espèces marines entraîneront en moyenne une augmentation de la richesse des espèces et du potentiel de captures halieutiques, aux latitudes moyennes et hautes (*degré de confiance élevé*), et une diminution sous les tropiques (*degré de confiance moyen*), ce qui conduira à une redistribution mondiale du potentiel de captures de poissons et d'invertébrés, avec des conséquences pour la sécurité alimentaire (*degré de confiance moyen*). Les migrations des espèces marines provoquées par le réchauffement projeté entraîneront des invasions aux hautes latitudes et des taux locaux élevés d'extinction sous les tropiques et dans les mers semi-fermées (*degré de confiance moyen*). Ces déplacements se traduiront

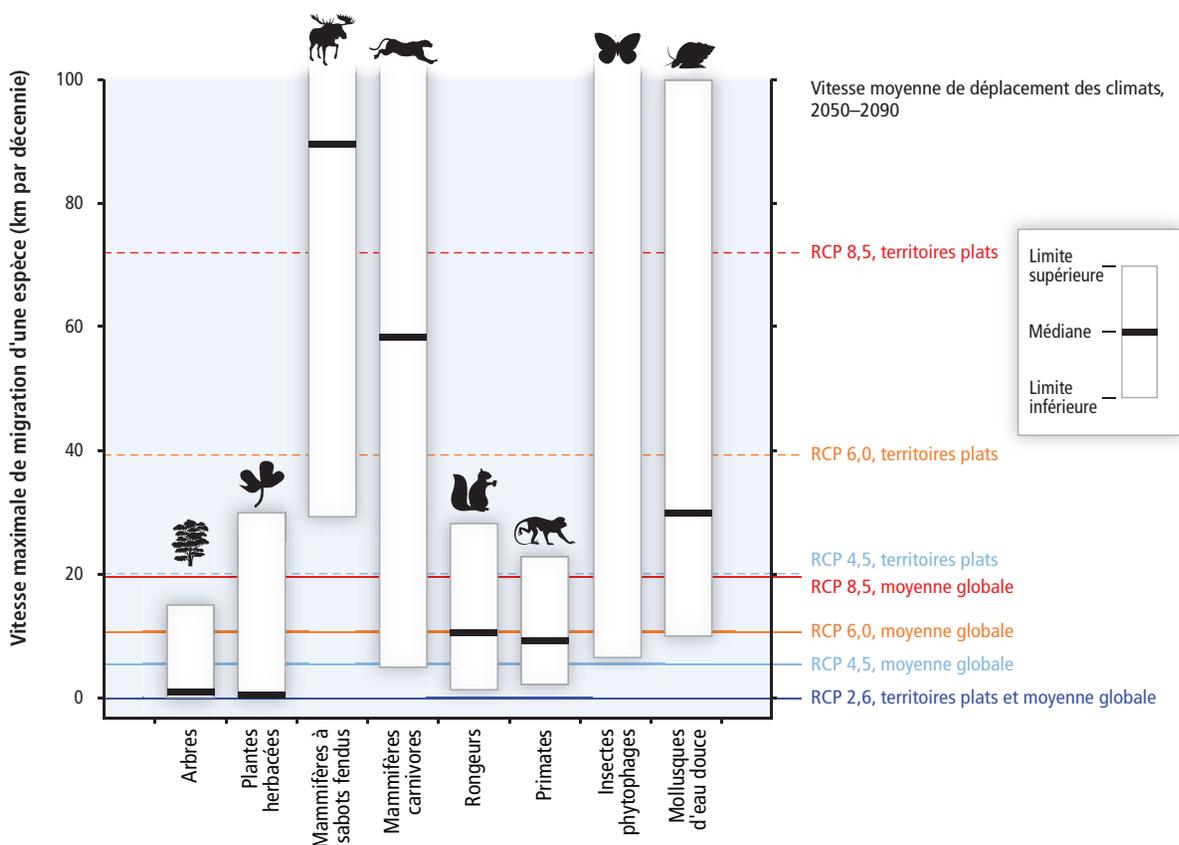


Figure RT.7 | Comparaison de la vitesse maximale de migration des espèces à travers les paysages (fondée sur des données d'observation et de modélisation; axe vertical de gauche) et de la vitesse d'évolution projetée des conditions de température (vitesse à laquelle on prévoit que les isothermes se déplaceront; axe vertical de droite). Les interventions humaines — par exemple, les transports ou la fragmentation de l'habitat — peuvent considérablement accélérer ou ralentir le mouvement. Les rectangles blancs traversés d'un trait noir indiquent les fourchettes et les médianes des vitesses de déplacement maximales pour les arbres, les plantes, les mammifères, les insectes phytophages (médiane non estimée) et les mollusques d'eau douce. S'agissant des scénarios RCP2,6, 4,5, 6,0 et 8,5 pour la période 2050–2090, les lignes horizontales indiquent la vitesse moyenne de déplacement des climats sur les terres émergées du globe, et la vitesse de ces déplacements sur les grands espaces plats. Les espèces dont la vitesse maximale prévue de migration est inférieure aux seuils indiqués ne devraient pas être en mesure de survivre au réchauffement, à défaut d'une intervention humaine. [figure 4–5]

par une augmentation de 30 à 70 % du rendement de la pêche dans certaines régions de hautes latitudes d'ici 2055 (par rapport à 2005), par une redistribution aux latitudes moyennes et par une baisse de 40 à 60 % dans certaines régions tropicales et dans l'Antarctique, et ce, pour un réchauffement de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels (*degré de confiance moyen* en ce qui concerne l'orientation des tendances du rendement de la pêche et *degré de confiance faible* en ce qui concerne l'exactitude de l'ampleur des changements de rendement). Voir la figure RT.8A. L'expansion progressive des zones de minimum d'oxygène et des «zones mortes» anoxiques devrait réduire encore l'habitat propice aux poissons et à d'autres organismes aérobies (*degré de confiance moyen*). La production primaire nette en haute mer devrait subir une redistribution et, d'ici 2100, diminuer mondialement selon tous les scénarios RCP. [6.3 à 6.5, 7.4, 25.6, 28.3, 30.4 à 30.6, encarts ET-BM et ET-PP]

En raison du changement climatique projeté d'ici le milieu du XXI^e siècle et au-delà, la redistribution des espèces marines à l'échelle mondiale et la réduction de la biodiversité marine dans les régions sensibles auront une incidence sur la pérennité de la productivité de la pêche et d'autres produits et services écosystémiques (*degré de confiance élevé*). La vulnérabilité socio-économique est la plus forte dans les pays en développement de la zone tropicale, les risques découlant d'une réduction des approvisionnements, des revenus et des emplois associés à la pêche en mer. [6.4, 6.5]

Selon les scénarios d'émissions moyennes à élevées (RCP4,5, 6,0 et 8,5), l'acidification des océans présente des risques importants pour les écosystèmes marins, et en particulier pour les écosystèmes polaires et coralliens, à cause de ses effets sur la physiologie, le comportement et la dynamique des populations des diverses espèces allant du phytoplancton aux animaux (*degré de confiance moyen à élevé*). Voir l'encadré RT.7. Les mollusques fortement calcifiés, les échinodermes et les coraux constructeurs de récifs sont plus sensibles que les crustacés (*degré de confiance élevé*) et les poissons (*degré de confiance faible*), et cette sensibilité pourrait avoir des conséquences néfastes sur la pêche et les moyens de subsistance (figure RT.8B). L'acidification des océans interagit avec d'autres changements planétaires (ex.: réchauffement, baisse des concentrations d'oxygène) et locaux (ex.: pollution, eutrophisation) (*degré de confiance élevé*). L'effet conjugué de facteurs tels que le réchauffement planétaire et l'acidification des océans peut conduire à des incidences complexes et amplifiées sur les espèces et les écosystèmes. [5.4, 6.3 à 6.5, 22.3, 25.6, 28.3, 30.5, encarts ET-RC et ET-AO]

Le changement climatique s'ajoute aux menaces que représentent la surpêche et d'autres facteurs de perturbation non climatiques, compliquant ainsi les dispositifs de gestion de la ressource marine (*degré de confiance élevé*). À court terme, des stratégies, comprenant la prévision du climat et les systèmes d'alerte précoce, peuvent réduire les risques que le réchauffement et l'acidifi-

cation des océans font peser sur l'industrie de la pêche et de l'aquaculture. Cette industrie ainsi que la navigation maritime et l'industrie pétrolière et gazière pouvant recourir à d'importants investissements, notamment de haute technologie, disposent de grandes capacités d'adaptation basées sur les perfectionnements de la surveillance et de la modélisation de l'environnement et de l'évaluation des ressources. Pour la pêche à plus petite échelle et pour les pays en développement, le renforcement de la résilience sociale, les modes d'existence de remplacement et la polyvalence professionnelle représentent d'importantes stratégies pour réduire la vulnérabilité des communautés qui vivent de l'océan. [6.4, 7.3, 7.4, 25.6, 29.4, 30.6, 30.7]

Systèmes de production et sécurité alimentaires

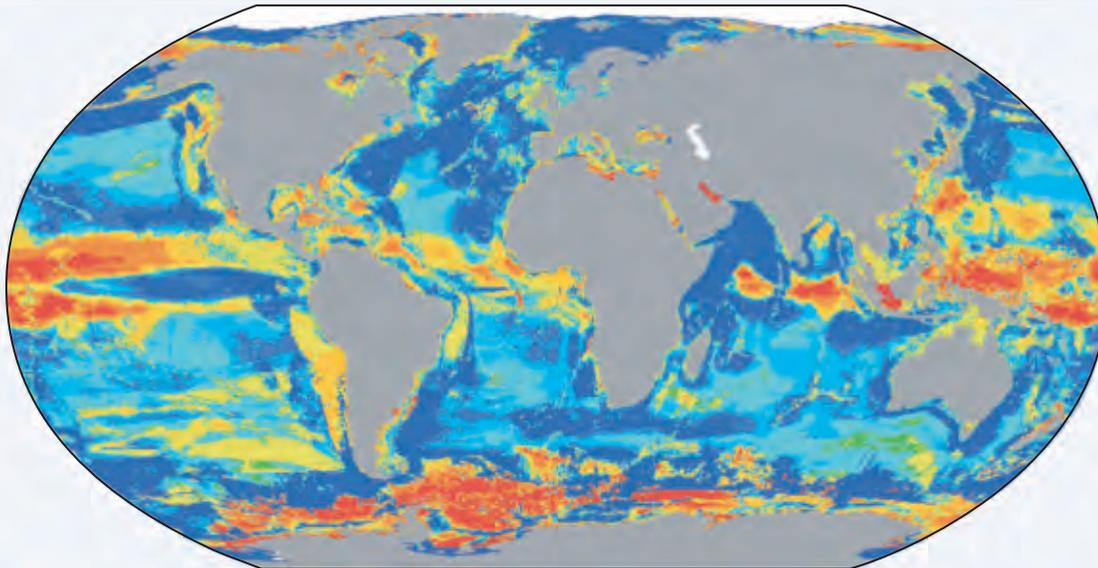
S'agissant des principales cultures (blé, riz et maïs) des régions tropicales et tempérées, le changement climatique, à défaut d'une adaptation, devrait avoir une incidence négative sur la production en cas de hausses locales de la température moyenne de 2 °C ou plus par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, sauf dans certaines zones particulières qui pourraient être favorisées (*degré de confiance moyen*). Les incidences projetées varient selon le type de culture, la région et le scénario d'adaptation, et environ 10 % des projections correspondant à la période 2030–2049 laissent conclure à des hausses des rendements supérieures à 10 %, tandis qu'environ 10 % des projections laissent conclure à des baisses de rendement de plus de 25 % par rapport à ce que l'on observait à la fin du XX^e siècle. Au-delà de 2050, le risque d'incidences plus fortes sur le rendement augmente et dépend du niveau de réchauffement (voir figure RT.9). Le changement climatique devrait entraîner une hausse graduelle de la variabilité interannuelle des rendements des cultures dans plusieurs régions. Ces incidences projetées s'inscriront dans un contexte de hausse rapide de la demande de produits agricoles. [7.4, 7.5, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, tableau 7-2, figures 7-4, 7-5, 7-6, 7-7 et 7-8]

Le changement climatique risque d'influer sur l'ensemble des aspects de la sécurité alimentaire, y compris l'accès aux aliments, leur utilisation et la stabilité des prix (*degré de confiance élevé*). La redistribution du potentiel de prises de la pêche en mer au profit des hautes latitudes menace de réduire les approvisionnements, les revenus et les emplois dans les pays tropicaux, avec de possibles conséquences sur la sécurité alimentaire (*degré de confiance moyen*). Des hausses de la température moyenne mondiale d'environ 4 °C ou plus par rapport aux niveaux de la fin du XX^e siècle, combinées à une hausse de la demande de denrées alimentaires, engendreraient des risques considérables pour la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale et régionale (*degré de confiance élevé*). Les risques pour la sécurité alimentaire sont en général plus importants aux basses latitudes. [6.3 à 6.5, 7.4, 7.5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, tableau 7-3, figures 7-1, 7-4 et 7-7, encadré 7-1]



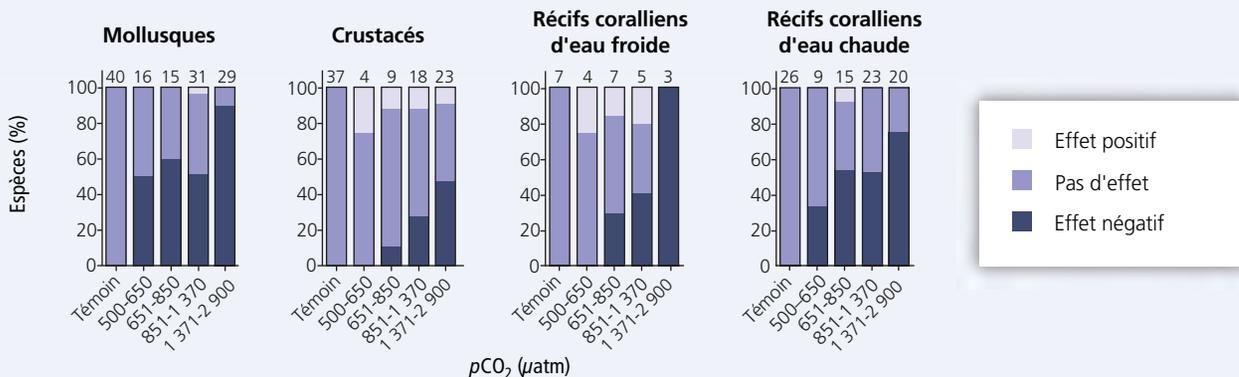
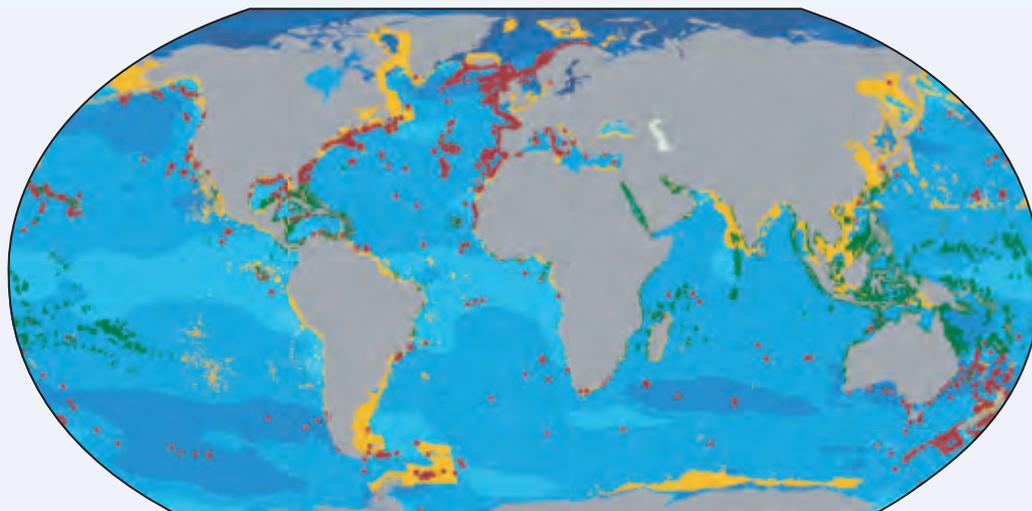
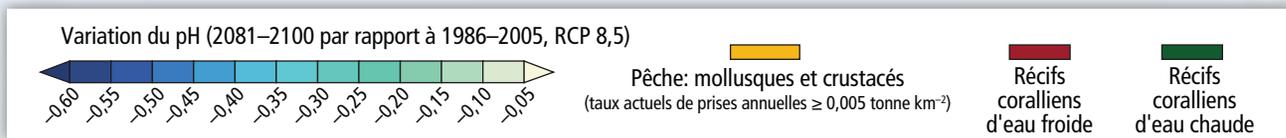
Figure RT.8 | Risques liés au changement climatique pour les pêches. A) Redistribution mondiale projetée des prises maximales potentielles d'environ 1 000 espèces exploitées de poissons et d'invertébrés. Les projections comparent les moyennes décennales 2001–2010 et 2051–2060 en se fondant sur le scénario d'émissions SRES A1B, sans analyse des incidences possibles de la surpêche ni de l'acidification des océans. B) Pêches de mollusques et de crustacés marins (taux estimés actuels de prises annuelles $\geq 0,005$ tonne km⁻²) et emplacements connus des récifs coralliens d'eau froide et d'eau chaude, représentés sur une carte du monde illustrant la distribution projetée de l'acidification des océans en vertu du scénario RCP 8,5 (variation du pH de 1986–2005 à 2081–2100). [GTI RE5, figure RID.8]. La carte inférieure compare la sensibilité à l'acidification des océans des coraux, des mollusques et des crustacés, embranchements animaux vulnérables et présentant un intérêt socio-économique (par exemple, pour la protection des côtes et les pêches). Le nombre d'espèces analysées dans les diverses études est indiqué pour chaque catégorie de CO₂ élevé. Pour 2100, les scénarios RCP correspondant à chaque catégorie de pression partielle de CO₂ (pCO₂) sont les suivants: RCP 4,5 pour 500–650 μ atm (équivalant approximativement aux ppm de l'atmosphère); RCP 6,0 pour 651–850 μ atm, et RCP 8,5 pour 851–1 370 μ atm. D'ici 2150, le scénario RCP 8,5 correspond à la catégorie 1 371–2 900 μ atm. La catégorie témoin correspond à 380 μ atm. [6.1, 6.3, 30.5; figures 6–10 et 6–14; GTI RE5, encadré RID.1]

A)



RT

B)



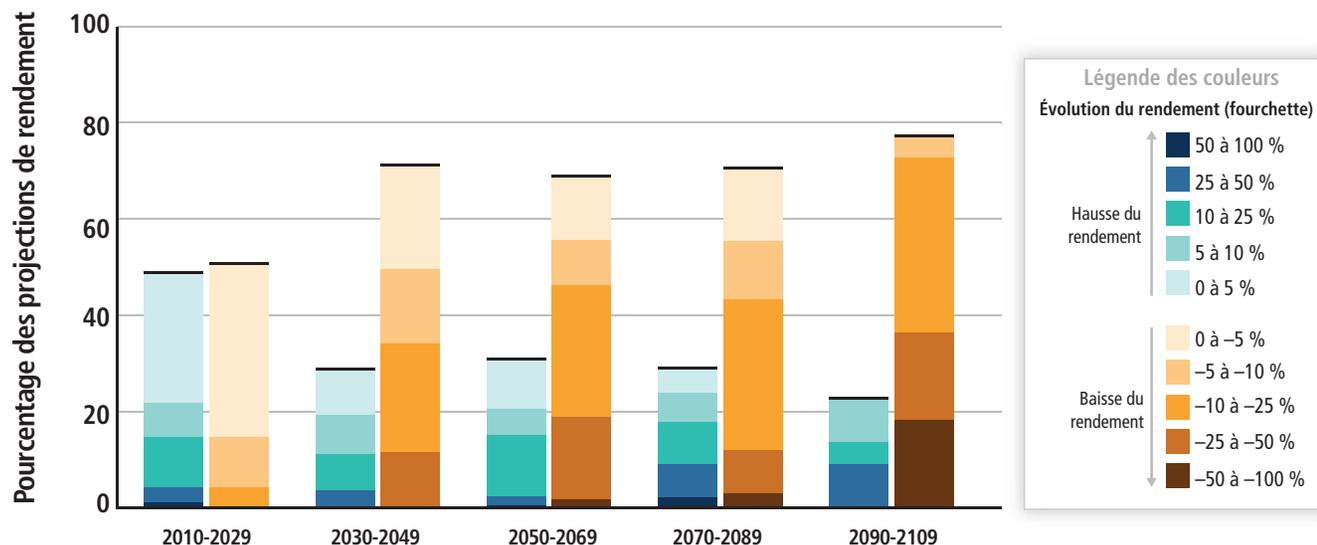


Figure RT.9 | Résumé des changements projetés du rendement des cultures dus au changement climatique au cours du XXI^e siècle. Le graphique présente des projections correspondant à différents scénarios d'émissions, pour les régions tropicales et tempérées, et pour des cas combinés d'adaptation et de non-adaptation. Relativement peu d'études ont pris en compte les incidences sur les systèmes de culture de scénarios où les températures moyennes globales augmentent de 4 °C ou plus. Les données (n = 1 090) sont présentées en abscisse en cinq périodes de 20 ans incluant le point médian de chaque future période de projection. Les variations du rendement des cultures sont établies par rapport aux niveaux correspondant à la fin du XX^e siècle. La somme des données correspondant à chaque période est de 100 %.

Zones urbaines

Bon nombre des risques que pose le changement climatique à l'échelle mondiale se concentrent dans les zones urbaines (degré de confiance moyen). Les mesures mises en œuvre pour renforcer la résilience et favoriser le développement durable peuvent accélérer l'adaptation réussie au changement climatique à l'échelle du globe. Le stress thermique, les précipitations extrêmes, les inondations le long des côtes et à l'intérieur des terres, les glissements de terrain, la pollution atmosphérique, les sécheresses et les pénuries d'eau sont autant de risques auxquels sont exposés, dans les zones urbaines, les personnes, les biens, les économies et les écosystèmes (degré de confiance très élevé). Ces risques sont amplifiés pour ceux qui sont privés des infrastructures et services essentiels ou qui vivent dans des habitations de piètre qualité ou dans des zones exposées. En comblant les déficits en services de base, en améliorant les logements et en construisant des infrastructures mieux adaptées, on pourrait réduire sensiblement la vulnérabilité et l'exposition dans les zones urbaines. L'adaptation en milieu urbain peut tirer parti d'une gouvernance efficace appliquée à de multiples niveaux en matière de risque, de l'harmonisation des politiques et de mesures incitatives, d'un renforcement des capacités d'adaptation des administrations locales et des collectivités, de synergies avec le secteur privé, ainsi que de financements et d'institutions appropriés (degré de confiance moyen). Le renforcement des moyens, du poids et de l'influence des groupes à faible revenu et des collectivités vulnérables, et les partenariats de ces groupes et collectivités avec les autorités locales sont également propices à l'adaptation. [3.5, 8.2 à 8.4, 22.3, 24.4, 24.5, 26.8, tableau 8-2, encadré 25-9 et encart ET-ST]

Zones rurales

Le changement climatique pourrait avoir des incidences importantes, à court et à long terme, dans les zones rurales en influant sur la disponibilité et l'approvisionnement en eau, sur la sécurité alimentaire et sur les revenus agricoles, et en provoquant aussi des déplacements des zones de production de cultures vivrières

ou non à travers le monde (degré de confiance élevé). Ces incidences devraient peser de manière inégale sur le bien-être des pauvres en zones rurales, par exemple les familles monoparentales dirigées par des femmes et ceux qui n'ont qu'un accès limité à la terre, aux facteurs modernes de production agricole, aux infrastructures et à l'éducation. Le changement climatique entraînera une augmentation tant en volume qu'en valeur des échanges internationaux de produits agricoles (éléments limités, degré de cohérence moyen). L'importation de denrées alimentaires pourra aider les pays à surmonter les chocs de productivité nationale engendrés par les changements climatiques, tandis que les déficits alimentaires dans les pays en développement à faible revenu seront probablement contrés grâce à une aide alimentaire. De nouvelles mesures d'adaptation pour l'agriculture, l'eau, la foresterie et la biodiversité peuvent être mises en place grâce à des politiques prenant en compte les contextes ruraux de prise de décisions. La réforme du commerce et des investissements peuvent améliorer l'accès au marché des petites exploitations agricoles (degré de confiance moyen). L'évaluation des incidences dans les zones rurales se révèle difficile à réaliser en raison de la combinaison, dans tous les contextes, de la difficulté d'évaluer les écoservices hors marché et des limites que présentent les modèles d'évaluation économique. [9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4, encadré 25-5]

Secteurs et services économiques essentiels

Dans la plupart des secteurs économiques, les incidences de facteurs tels que l'évolution démographique, la pyramide des âges, les revenus, la technologie, les prix relatifs, les modes de vie, la réglementation et la gouvernance devraient être importantes comparativement à celles du changement climatique (éléments moyens, degré de cohérence élevé). Le changement climatique devrait réduire la demande d'énergie pour le chauffage et l'augmenter pour la climatisation dans les secteurs résidentiels et commerciaux (éléments robustes, degré de cohérence élevé). Il devrait en outre avoir, sur les sources d'énergie et les technologies énergétiques, une incidence qui variera en fonction des ressources (débit d'eau, vent, ensoleillement, etc.),

des processus technologiques (climatisation, etc.) ou de l'endroit (régions côtières, plaines inondables, etc.). Des phénomènes météorologiques extrêmes ou d'autres types d'aléas plus fréquents ou plus graves devraient accroître les pertes et leur variabilité dans diverses régions, et présenter un défi supplémentaire pour les régimes d'assurance contraints de proposer une couverture abordable tout en augmentant leurs fonds propres pondérés en fonction des risques, en particulier dans les pays en développement. Les initiatives public-privé de réduction des risques et de diversification à grande échelle constituent des exemples d'actions d'adaptation. [3.5, 10.2, 10.7, 10.10, 17.4, 17.5, 25.7, 26.7 to 26.9, encadré 25-7]

Le changement climatique peut influencer sur l'intégrité et la fiabilité des pipelines et des réseaux électriques (éléments moyens, degré de cohérence moyen). Pour s'adapter aux changements climatiques, il faudra peut-être modifier les normes de conception s'appliquant à la construction et à l'exploitation des pipelines et des lignes de transmission et de distribution de l'énergie électrique. En s'inspirant des technologies existantes adaptées à d'autres conditions géographiques et climatiques, on réduira probablement le coût de l'adaptation de nouvelles infrastructures ainsi que celui du reconditionnement des pipelines et des réseaux existants. Le changement climatique pourrait avoir une influence négative sur les infrastructures de transport (éléments limités, degré de cohérence élevé). Toute infrastructure est vulnérable au cycle gel-dégel; les routes revêtues sont particulièrement sensibles aux températures extrêmes et les routes non revêtues et les ponts, aux précipitations extrêmes. Les infrastructures de transport sur glace ou pergélisol sont particulièrement vulnérables. [10.2, 10.4, 25.7, 26.7]

Le changement climatique influera sur les complexes touristiques, en particulier les stations de ski, les stations balnéaires et les lieux où se pratique le tourisme de nature (éléments robustes, degré de cohérence élevé), et il se peut que les touristes aillent passer leurs vacances à plus haute altitude ou dans des régions de plus hautes latitudes (éléments moyens, degré de cohérence élevé). Les changements induits par les incidences économiques du changement climatique, qui s'appliqueront à l'offre et à la demande dans le domaine du tourisme, occasionneront des gains pour les pays les plus proches des pôles et pour ceux disposant des reliefs les plus élevés, mais des pertes pour les autres. [10.6, 25.7]

Les incidences économiques mondiales du changement climatique sont difficiles à estimer. Les estimations des incidences économiques réalisées au cours des 20 dernières années varient suivant les sous-ensembles de secteurs économiques étudiés, reposent sur un grand nombre d'hypothèses, dont beaucoup sont contestables, et ne tiennent souvent pas compte des changements catastrophiques, des points de bascule et de nombreux autres facteurs. Ces limitations étant reconnues, les estimations incomplètes des pertes économiques annuelles mondiales correspondant à un réchauffement d'environ 2 °C varient entre 0,2 et 2,0 % des recettes (écart type de ± 1 par rapport à la moyenne) (éléments moyens, degré de cohérence moyen). Il est plus probable qu'improbable que les pertes soient supérieures, plutôt qu'inférieures, à cette fourchette (éléments limités, degré de cohérence élevé). De plus, il existe de grandes différences entre les pays et à l'intérieur de chacun d'eux. Les pertes s'accroissent lorsque le réchauffement est plus important (éléments limités, degré de cohérence élevé), mais peu d'estimations quantitatives ont été menées pour un réchauffement de 3 °C ou plus. Les estimations de l'impact économique différentiel des émissions

de dioxyde de carbone se situent entre quelques dollars et plusieurs centaines de dollars par tonne de carbone³ (éléments robustes, degré de cohérence moyen). Elles varient considérablement selon la fonction de dommage climatique et le taux d'actualisation pris en compte. [10.9]

Santé humaine

Jusqu'au milieu du siècle, le changement climatique influera sur la santé humaine principalement en exacerbant les problèmes de santé existants (degré de confiance très élevé). Pendant toute la durée du XXI^e siècle, il devrait provoquer une détérioration de l'état de santé dans de nombreuses régions, en particulier dans les pays en développement à faible revenu, comparativement à une situation de référence sans changement climatique (degré de confiance élevé). Exemples On citera à titre d'exemple une probabilité accrue de lésions, de maladies et de décès dus à des vagues de chaleur plus intenses et à des incendies (degré de confiance très élevé); une probabilité accrue de sous-alimentation découlant d'une baisse de la production alimentaire dans les régions pauvres (degré de confiance élevé); des risques découlant de la perte de la capacité de travail et d'une productivité réduite de la main-d'œuvre au sein des populations vulnérables; des risques accrus de maladies d'origine alimentaire ou hydrique (degré de confiance très élevé) et de maladies à transmission vectorielle (degré de confiance moyen). Les incidences sur la santé seront réduites, sans qu'elles disparaissent cependant, parmi les populations qui bénéficieront d'un développement social et économique rapide, en particulier parmi les groupes les plus pauvres et ceux dont la situation sanitaire est la moins bonne (degré de confiance élevé). On anticipe certains effets positifs comme une réduction modeste de la mortalité et de la morbidité dues au froid dans certaines régions en raison d'une diminution de la fréquence des épisodes de froid intense (degré de confiance faible), des déplacements géographiques de cultures vivrières (degré de confiance moyen) et d'une réduction de l'aptitude des vecteurs à transmettre certaines maladies. Cependant, à l'échelle mondiale, au cours du XXI^e siècle, l'ampleur et la gravité des incidences négatives devraient surpasser de plus en plus celles des incidences positives (degré de confiance élevé). Les mesures les plus efficaces de réduction de la vulnérabilité à court terme dans le domaine de la santé sont des programmes qui mettent en œuvre et améliorent les mesures de santé publique de base, par exemple, la distribution d'eau potable et la mise en place de systèmes d'assainissement, qui assurent les soins de santé essentiels, y compris la vaccination et les services de santé infantile, qui améliorent les capacités de préparation et de réaction en cas de catastrophe et qui luttent contre la pauvreté (degré de confiance très élevé). D'ici 2100, selon le scénario à émissions élevées 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 les activités humaines normales, notamment en ce qui concerne les cultures vivrières ou le travail à l'extérieur (degré de confiance élevé). Voir la figure RT.10. [8.2, 11.3 à 11.8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6, figure 25-5, encart ET-ST]

Sécurité humaine

Les changements climatiques feront peser une menace progressive sur la sécurité humaine (éléments robustes, degré de cohérence élevé). Il est rare que la sécurité humaine découle d'une seule cause, elle est

³ 1 tonne de carbone = 3,667 tonnes de CO₂

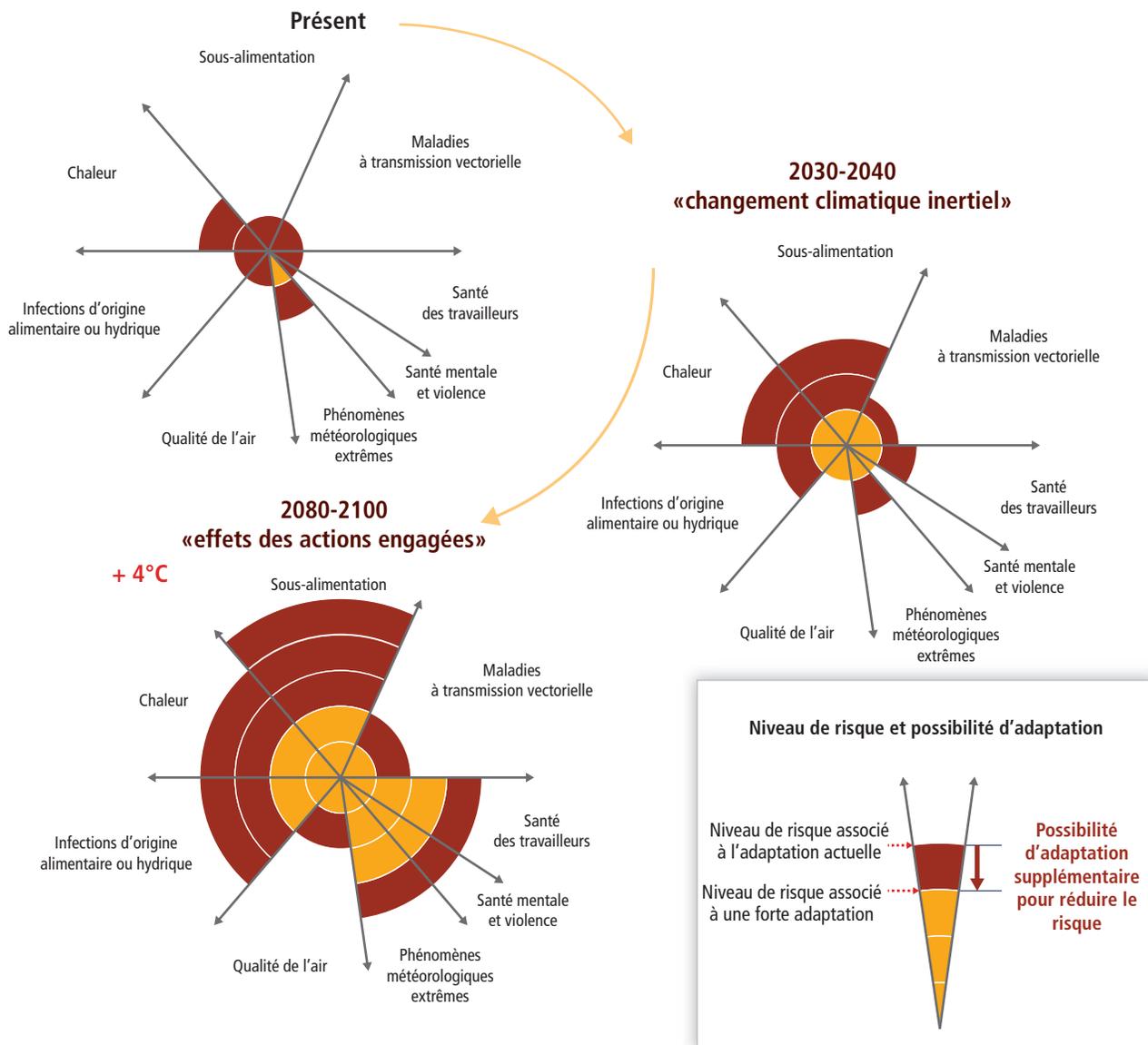


Figure RT.10 | Présentation conceptuelle des risques que le changement climatique fait peser sur la santé et possibilité de réduire ces risques par l'adaptation. Les risques, indiqués dans huit catégories du domaine de la santé, ont été déterminés à partir d'un examen de la documentation spécialisée et des avis d'experts, réalisé par les auteurs du chapitre 11. La largeur des secteurs fournit une indication qualitative de l'importance relative du fardeau des maladies à l'échelle mondiale à l'heure actuelle. Les niveaux de risque sont évalués pour la période actuelle et une période relativement proche marquée par l'inertie du changement climatique (2030-2040). Pour certaines catégories, telles que les maladies à transmission vectorielle, le stress thermique (chaud et froid) et la production agricole et la sous-alimentation, certaines régions pourraient enregistrer des gains sur le plan sanitaire, mais il est prévu que le bilan des incidences sera négatif. Les niveaux de risque sont présentés aussi pour une période plus éloignée (2080-2100), où se produiront les effets des mesures d'adaptation engagées, dans le cas d'une augmentation de la température moyenne mondiale de 4 °C par rapport aux niveaux préindustriels. Pour chaque échelle de temps, les niveaux de risque sont estimés en fonction de l'état actuel de l'adaptation et pour un état hypothétique de grande adaptation, ce qu'indiquent deux couleurs différentes. [Figure 11-6]

davantage le résultat de l'interaction entre de multiples facteurs. Le changement climatique est un facteur important qui menace la sécurité humaine, car: 1) il sape les moyens de subsistance, 2) il met en péril la culture et l'identité, 3) il augmente les migrations que les migrants auraient préféré éviter et 4) il met à l'épreuve les capacités des États d'instaurer les conditions qui permettent de garantir la sécurité humaine. Voir la figure RT.11. [12.1 à 12.4, 12.6]

Le changement climatique mettra en péril des valeurs culturelles indispensables au bien-être des communautés et des individus qui les composent (éléments moyens, degré de cohérence élevé). L'effet du changement climatique sur la culture variera d'une société à l'autre et au fil du temps, en fonction de la résilience culturelle et des mécanismes qui entretiennent et transmettent les connaissances. L'évolution des conditions météorologiques et climatologiques menacera les

pratiques culturelles enracinées dans les modes d'existence et qui s'expriment dans les récits, la vision du monde, l'identité, la cohésion au sein de la communauté et le sentiment d'appartenance au lieu. Les pertes de terres et les déplacements de populations, par exemple, touchant les communautés côtières et des petites îles, ont des effets négatifs bien documentés sur le plan culturel et sur celui du bien-être. [12.3, 12.4]

Au cours du XXI^e siècle, le changement climatique devrait provoquer une augmentation des déplacements de populations (éléments moyens, degré de cohérence élevé). Les risques liés aux déplacements augmentent lorsque les populations privées des ressources requises pour assurer une migration planifiée se trouvent en situation d'exposition accrue face aux phénomènes météorologiques extrêmes, tant dans les régions rurales qu'urbaines, en particulier

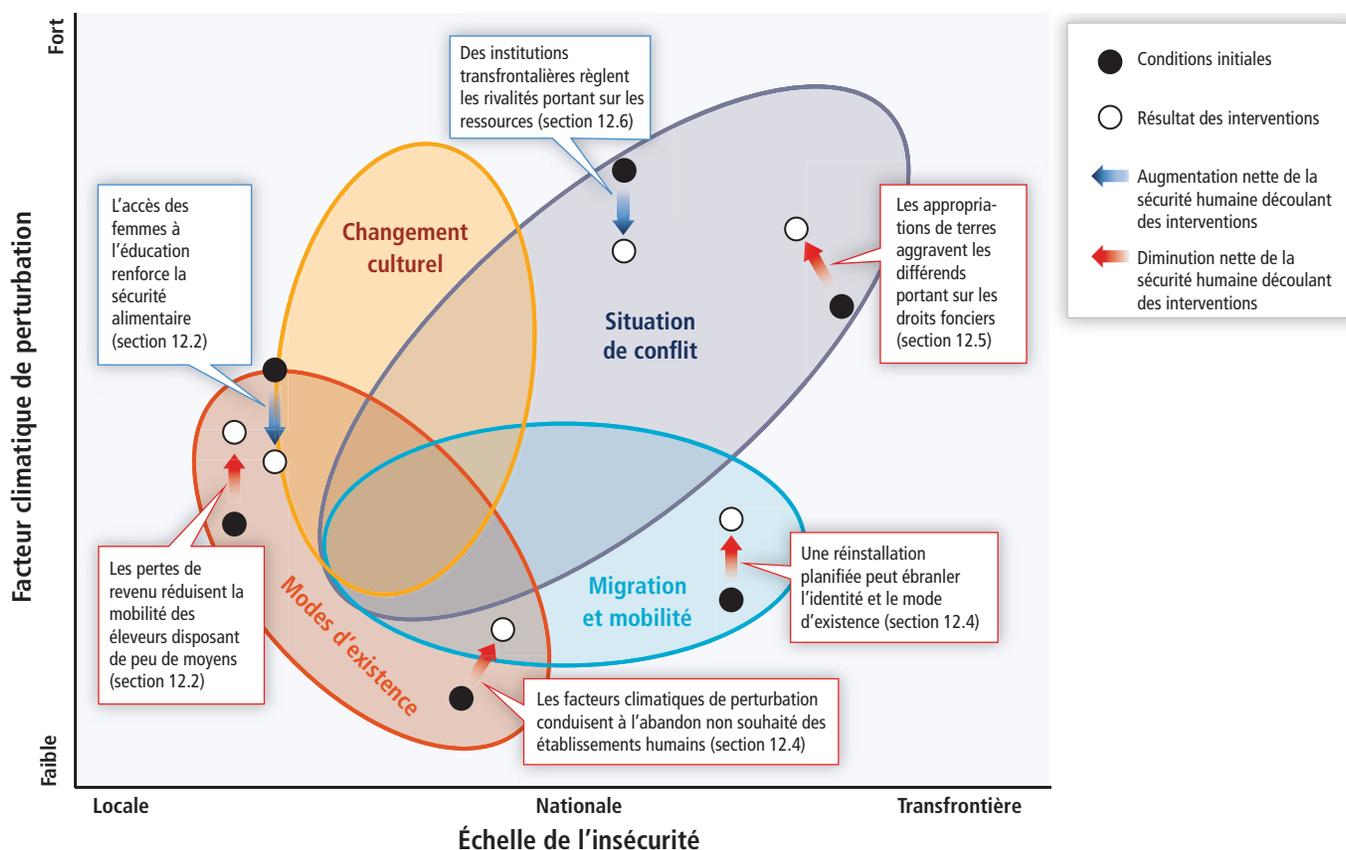


Figure RT.11 | Schéma des risques que le changement climatique fait peser sur la sécurité humaine et interactions entre les modes d'existence, les situations de conflit, la culture et la migration. Les interventions et les politiques sont indiquées par la différence entre les conditions initiales (petits cercles noirs) et le résultat des interventions (petits cercles blancs). Certaines interventions (flèches bleues) se traduisent par une augmentation nette de la sécurité humaine, tandis que d'autres (flèches rouges), par une diminution nette de la sécurité humaine. [figure 12-3]

dans les pays en développement à faible revenu. Un accroissement de la mobilité des populations peut réduire la vulnérabilité de ces dernières. Les changements apportés à la structure des mouvements migratoires peuvent aider les populations à échapper aux effets des phénomènes météorologiques extrêmes et de la variabilité et du changement climatique à plus long terme; les migrations peuvent aussi représenter une stratégie d'adaptation efficace. Les projections quantitatives de l'évolution de la mobilité sont assorties d'un *faible degré de confiance* en raison de la nature complexe et des causes multiples du phénomène. [9.3, 12.4, 19.4, 22.3, 25.9]

Le changement climatique peut accroître indirectement les risques de conflits violents — guerres civiles ou violences interethniques — en exacerbant les sources connues de conflits que sont la pauvreté et les chocs économiques (*degré de confiance moyen*). De multiples sources de données permettent de lier la variabilité du climat à ces formes de conflits. [12.5, 13.2, 19.4]

Les incidences du changement climatique sur les infrastructures essentielles et sur l'intégrité territoriale de plusieurs États devraient influencer sur les politiques de sécurité nationale (*éléments moyens, degré de cohérence moyen*). Par exemple, les inondations dues à l'élévation du niveau de la mer menacent l'intégrité territoriale des petits États insulaires et des États dotés d'un long trait de côte. Certaines incidences transfrontalières du changement climatique — par exemple la fonte des glaces de mer et les changements touchant les ressources hydriques partagées et les stocks de poissons pélagiques — risquent d'accroître la rivalité entre les États. Cependant, l'existence de solides institutions nationales et intergouvernementales peut favoriser la coopération et faciliter la gestion de bon nombre de ces rivalités. [12.5, 12.6, 23.9, 25.9]

Modes de subsistance et pauvreté

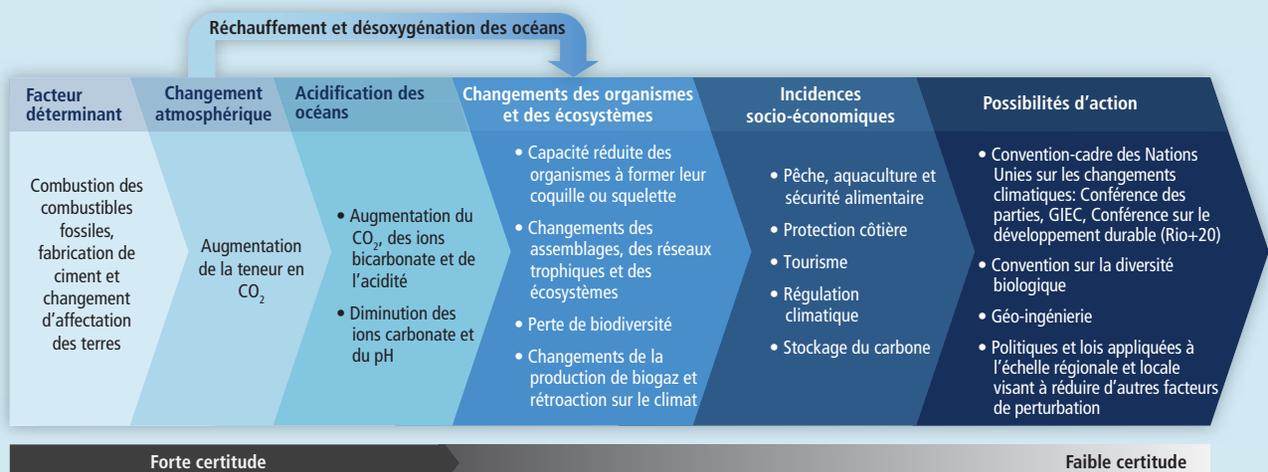
Tout au long du XXI^e siècle, les incidences du changement climatique devraient ralentir la croissance économique, entraver les efforts de lutte contre la pauvreté, continuer d'éroder la sécurité alimentaire, entretenir les pièges existants de la pauvreté et en créer de nouveaux, ce dernier effet étant particulièrement marqué dans les zones urbaines et dans les «points chauds de la faim» (*degré de confiance moyen*). Les incidences du changement climatique devraient aggraver la pauvreté dans la plupart des pays en développement et créer de nouvelles poches de pauvreté dans les pays développés ou en développement aux prises avec des inégalités sociales croissantes. Dans les zones urbaines et rurales, les ménages pauvres dépendants du travail salarié, qui sont des acheteurs nets de produits alimentaires, devraient être particulièrement touchés en raison de l'augmentation des prix des denrées alimentaires, notamment dans les régions marquées par une insécurité alimentaire élevée et de fortes inégalités (en particulier en Afrique), bien que cette situation risque de se traduire par une amélioration des conditions de vie des agriculteurs indépendants. Les programmes d'assurance, les mesures de protection sociale et la gestion des risques de catastrophe peuvent permettre de renforcer les capacités d'adaptation à long terme des modes de subsistance des populations pauvres et marginalisées, à condition que les politiques générales prennent en compte la pauvreté et les multiples facettes de l'inégalité sociale. [8.1, 8.3, 8.4, 9.3, 10.9, 13.2 à 13.4, 22.3, 26.8]

Encadré RT.7 | Acidification des océans

L'acidification des océans et le réchauffement planétaire anthropiques partagent la même cause première, à savoir l'augmentation de la teneur de l'atmosphère en CO₂ (figure 1A de l'encadré RT.7). [GTI RE5 2.2] L'eutrophisation, les remontées d'eaux profondes et les dépôts d'azote et de soufre atmosphériques contribuent localement à l'acidification des océans. [5.3, 6.1, 30.3] Nous disposons de bonnes connaissances sur la chimie fondamentale de l'acidification des océans (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). [30.3; GTI RE5 3.8, 6.4] Il s'est révélé plus difficile de comprendre les changements touchant les systèmes côtiers de plus grande complexité et d'établir des projections à leur sujet. [5.3, 30.3]

Il y a interaction entre l'acidification des océans et d'autres changements planétaires (ex.: réchauffement, baisse des concentrations d'oxygène) et locaux (ex.: pollution, eutrophisation) (*degré de confiance élevé*). L'effet conjugué de facteurs tels que le réchauffement planétaire et l'acidification des océans peut conduire à des incidences complexes et amplifiées sur les espèces et les écosystèmes. On commence à dégager un schéma des incidences positives et négatives de l'acidification des océans sur les processus et les organismes (*degré de confiance élevé; encadré TS.7 Figure 1B*), mais de grandes incertitudes demeurent à différents niveaux, de l'organisme à l'écosystème. Au sein des organismes et parmi eux, on distingue une vaste palette de sensibilités, celles-ci étant les plus marquées aux premiers stades de la vie. [6.3] Une baisse du pH entraîne une diminution du taux de calcification pour la plupart des espèces benthiques calcifiantes, avec des exceptions, ce qui réduit leur compétitivité par rapport aux espèces non calcifiantes (*éléments robustes, degré de cohérence moyen*). [5.4, 6.3] L'acidification des océans favorise la dissolution du carbonate de calcium (*degré de confiance très élevé*). Elle stimule aussi la croissance et la production primaire parmi les herbiers marins et certains phytoplanctons (*degré de confiance élevé*), et les algues toxiques pourraient proliférer

A)



B)

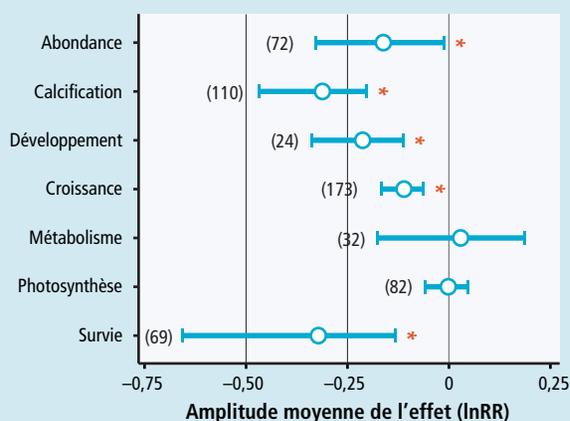


Figure 1 de l'encadré RT.7 | A) Aperçu des incidences chimiques, biologiques et socio-économiques de l'acidification des océans et des possibilités d'action. B) Effet de l'acidification à court terme (réduction du pH de l'eau de mer $\leq 0,5$) sur les principales variables de réponse, estimé à partir de méta-analyses d'effets aléatoires pondérés, à l'exception de la survie qui n'est pas pondérée. Le coefficient de réponse sous forme logarithmique (lnRR) est le quotient de l'effet moyen en réaction à l'acidification par l'effet moyen dans un groupe témoin. Il permet de mettre en évidence le processus sur lequel l'effet de l'acidification des océans est le plus uniforme, une grande variabilité étant toutefois à noter entre les différentes espèces. Le caractère significatif est déterminé quand l'intervalle de confiance de 95 % obtenu par rééchantillonnage (*bootstrap*) ne contient pas zéro. Le nombre d'expériences utilisées dans les analyses est inscrit entre parenthèses. L'astérisque * indique un effet significatif sur le plan statistique. [figure OA-1, encart ET-AO]

Suite à la page suivante →

Encadré RT.7 (suite)

(*éléments limités, degré de cohérence moyen*). On a enregistré aussi de graves perturbations dans le comportement des poissons (*degré de confiance élevé*). [6.3] Par analogie, les sources volcaniques naturelles de CO₂ en milieu marin montrent une diminution de la diversité des espèces, de la biomasse et de la complexité trophique. Les changements touchant les performances et la répartition des organismes modifieront tant les relations prédateur-proie que celles de compétitivité, ce qui influera sur la chaîne alimentaire et les niveaux trophiques les plus élevés (*éléments limités, degré de cohérence élevé*). [6.3]

Quelques études fournissent des *éléments limités* quant à l'adaptation du phytoplancton et des mollusques. Il faut cependant noter que les extinctions massives que la planète a pu connaître au cours de son histoire se sont produites en association avec des rythmes d'acidification des océans bien plus lents que celui qu'on enregistre actuellement, se conjuguant à d'autres facteurs déterminants, ce qui laisserait présager que les espèces sensibles et pérennes ne disposent pas d'une vitesse d'adaptation suffisante pour résister aux rythmes projetés du changement à venir (*degré de confiance moyen*). [6.1]

Les changements biologiques, écologiques et biogéochimiques résultant de l'acidification des océans influenceront sur des écoservices essentiels. L'océan perdra de sa capacité d'absorber le CO₂ et donc d'atténuer le changement climatique (*degré de confiance très élevé*). [GTI RE5 figure 6.26] Les incidences de l'acidification des océans sur les récifs coralliens, conjuguées à celles du stress thermique (à l'origine du vaste phénomène de blanchissement et de mortalité des coraux) et de l'élévation du niveau de la mer, diminueront le rôle de ces récifs comme protection des rivages ainsi que les avantages directs et indirects qu'ils fournissent aux industries de la pêche et du tourisme (*éléments limités, degré de cohérence élevé*). [encart ET-RC] À l'échelle mondiale, le coût de la perte de production des mollusques pourrait s'élever à plus de 100 milliards de dollars des États-Unis d'Amérique d'ici 2100. La plus grande incertitude pèse sur la façon dont les effets sur les niveaux trophiques inférieurs se propageront jusqu'en haut de la chaîne alimentaire, aux grands prédateurs. Les modèles suggèrent que l'acidification des océans réduira globalement la biomasse et les captures de poissons (*degré de confiance faible*) et qu'il en découlera des interactions complexes, cumulatives, antagonistes et/ou synergétiques avec des ramifications perturbatrices sur les écosystèmes ainsi que sur des produits et services écosystémiques importants.

B-3. Risques régionaux et possibilités d'adaptation

Les risques varieront au fil du temps en fonction des régions et des populations, et dépendront de multiples facteurs, y compris l'étendue de l'adaptation et des mesures d'atténuation. Le tableau RT.5 présente un aperçu des principaux risques régionaux assortis d'un *degré de confiance moyen à élevé*. Pour certains secteurs et en certains lieux, les changements climatiques projetés et l'augmentation de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère se traduiront par des effets positifs. Le lecteur trouvera davantage de renseignements sur les risques régionaux et les éventuels avantages relativement limités, dans l'aperçu introduisant chaque région ci-après ainsi que dans les chapitres 21 à 30 de la partie B *Aspects régionaux* de la contribution du GTII au RE5.

Afrique. Le changement climatique exacerbera la pression actuelle sur l'eau disponible et sur les systèmes agricoles, en particulier dans les régions semi-arides (*degré de confiance élevé*). Il est très probable que l'augmentation des températures et les changements de précipitations réduiront la productivité des cultures céréalières, ce qui s'accompagnera d'effets fortement néfastes sur la sécurité alimentaire (*degré de confiance élevé*). Certes, des progrès ont été réalisés dans la gestion des risques que la variabilité actuelle du climat et son évolution à court terme font peser sur la production alimentaire, mais cela ne suffira pas à contrer les conséquences à long terme du changement climatique. Le renforcement des capacités d'adaptation pourrait emprunter différentes voies, notamment des processus d'agriculture adaptative, tels que les travaux de recherche participatifs menés en collaboration par des scientifiques et des agriculteurs, des systèmes de communication renforcés permettant d'anticiper les risques climatiques et d'y réagir, ou une sou-

plesse accrue dans les modes de subsistance possibles. Le changement climatique multiplie les vulnérabilités existantes sur le plan de la santé, notamment l'accès insuffisant à l'eau potable et aux systèmes d'assainissement, l'insécurité alimentaire et l'accès limité aux soins de santé et à l'éducation. Les stratégies qui prennent en compte les risques associés au changement climatique et intègrent la gestion des terres et des ressources en eau ainsi que la réduction des risques de catastrophe renforcent les modes de développement fondés sur la résilience. [22.3 à 22.4, 22.6]

Europe. En raison du changement climatique, les pays européens se verront exposés à davantage de défaillances systémiques causées par des phénomènes climatiques extrêmes dont l'effet se fera sentir dans de multiples secteurs (*degré de confiance moyen*). L'élévation du niveau de la mer et l'augmentation des épisodes de pluies extrêmes augmenteront encore, selon les projections, les risques de crues et d'inondations côtières, et, faute de mesures d'adaptation, augmenteront grandement aussi les dégâts occasionnés (davantage de victimes et de pertes économiques); grâce à l'adaptation, il est possible d'éviter une grande partie des dégâts dont font état les projections (*degré de confiance élevé*). Il est probable que les décès, les maladies et les lésions causés par la chaleur augmenteront, en particulier en Europe méridionale (*degré de confiance moyen*). Il est probable que le changement climatique augmentera les rendements des cultures céréalières en Europe septentrionale (*degré de confiance moyen*), mais en diminuera les rendements dans le sud de l'Europe (*degré de confiance élevé*). Le changement climatique augmentera les besoins en irrigation en Europe et des contraintes pèseront à l'avenir sur l'irrigation en raison d'une diminution du ruissellement, de la demande émanant d'autres secteurs et des coûts économiques, la gestion intégrée des ressources en eau

se révélant nécessaire en temps que stratégie pour réguler la concurrence entre les demandes. Il est *probable* que la production d'énergie hydroélectrique diminuera dans toutes les sous-régions à l'exception de la Scandinavie. Il est *très probable* que le changement climatique causera des changements parmi les habitats et les espèces, que des extinctions se produiront localement (*degré de confiance élevé*), que les aires de répartition des espèces changeront à l'échelle du continent (*degré de confiance moyen*), et que la végétation alpine verra son habitat diminuer de façon importante (*degré de confiance élevé*). Il est *probable* que le changement climatique occasionnera des pertes ou des déplacements de zones humides côtières. Il est *probable* que le changement climatique s'accompagnera aussi d'une augmentation de l'introduction et de la propagation d'espèces envahissantes exotiques, en particulier celles qui migrent rapidement (*degré de confiance moyen*). [23.2 à 23.9]

Asie. Le changement climatique se traduira par des baisses de la productivité agricole dans de nombreuses sous-régions d'Asie, qui toucheront des cultures tel le riz (degré de confiance moyen). En Asie centrale, la production de céréales dans le nord et l'est du Kazakhstan

pourrait tirer parti d'un allongement de la saison de végétation, d'un réchauffement des hivers et d'une légère augmentation des précipitations hivernales. Par contre, des sécheresses dans l'ouest du Turkménistan et de l'Ouzbékistan pourraient avoir un effet néfaste sur la production de coton, augmenter la demande d'eau destinée à l'irrigation et exacerber la désertification. On ne dispose pas de bonnes connaissances en ce qui concerne l'efficacité des stratégies mises en œuvre ou possibles d'adaptation de l'agriculture. Les projections sont incertaines en ce qui concerne les précipitations à l'échelle des sous-régions et par conséquent la disponibilité en eau douce dans la plupart des régions d'Asie (*degré de confiance faible* concernant les projections). Par contre, la plupart des régions seront aux prises avec les difficultés que pose une raréfaction accrue de l'eau en raison de l'augmentation de la demande découlant de la croissance démographique, de l'augmentation de la consommation d'eau par habitant et du manque de gestion des ressources en eau (*degré de confiance moyen*). Les mesures d'adaptation possibles comprennent les stratégies de gestion intégrée des ressources en eau, notamment la mise au point de techniques permettant les économies d'eau, l'augmentation de la productivité hydrique et la réutilisation de l'eau. Les phé-

Tableau RT.5 | Risques régionaux principaux induits par le changement climatique et perspectives de réduction de ces risques par le biais de mesures d'adaptation et d'atténuation. Les risques principaux ont été définis sur la base d'une évaluation de la documentation scientifique, technique et socio-économique pertinente examinée en détail dans les sections des chapitres indiquées en référence. 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. On indique pour chaque risque le degré de gravité — de très faible à très élevé — pour trois horizons temporels — moment présent, court terme (évalué sur la période 2030–2040) et long terme (évalué sur la période 2080–2100). Les niveaux de risque intègrent les probabilités et les conséquences sur l'éventail le plus large possible des résultats envisageables compte tenu des données disponibles dans la documentation spécialisée. Ces résultats possibles découlent des interactions entre les dangers associés aux phénomènes climatiques, la vulnérabilité et le degré d'exposition. Chaque niveau de risque reflète le risque total résultant des facteurs climatiques et non climatiques. Au cours de la période à court terme marquée par l'inertie du changement climatique, les degrés projetés d'augmentation de la température moyenne mondiale ne divergent pas beaucoup d'un scénario d'émissions à l'autre. À plus long terme, quand les mesures prises produiront leurs effets, les niveaux de risque sont analysés selon deux scénarios d'augmentation de la température moyenne mondiale (hausse de 2 ou de 4 °C par rapport aux niveaux préindustriels). Ces scénarios servent à illustrer le rôle possible des mesures d'atténuation et d'adaptation dans la réduction des risques liés au changement climatique. Pour le moment présent, les niveaux de risque ont été estimés en tenant compte de l'adaptation actuelle et d'un hypothétique état d'adaptation optimale, en cherchant à déterminer les déficits d'adaptation existants. Pour les deux horizons éloignés, les niveaux de risque ont été estimés en posant l'hypothèse d'une poursuite de l'adaptation en cours ou d'un état hautement adapté représentant le potentiel d'adaptation et ses limites. Les divers déterminants climatiques à l'origine des incidences sont indiqués par des icônes. Les risques principaux et les niveaux de risques varient selon les régions ainsi qu'au fil du temps, compte tenu de différentes trajectoires de développement socio-économique, de la vulnérabilité et du degré d'exposition aux dangers, de la capacité d'adaptation et de la perception du risque. Les niveaux de risque ne sont pas nécessairement comparables, en particulier d'une région à l'autre, car l'évaluation prend en compte les incidences possibles et l'adaptation au sein de différents systèmes physiques, biologiques ou humains et dans des contextes variés. L'importance des différences de valeurs et d'objectifs est prise en compte dans l'interprétation des niveaux de risque évalués.

Facteurs déterminants des incidences liées au climat										Degré de risque et possibilités d'adaptation			
Tendance au réchauffement	Température extrême	Tendance à l'assèchement	Précipitations extrêmes	Précipitations	Enneigement	Cyclones destructeurs	Niveau de la mer	Acidification des océans	Fertilisation par le dioxyde de carbone	Possibilités supplémentaires d'adaptation pour réduire le risque			
										Degré de risque compte tenu d'un degré élevé d'adaptation		Degré de risque compte tenu du degré d'adaptation actuel	
Afrique													
Risques principaux		Problèmes et perspectives d'adaptation				Facteurs climatiques		Échéancier		Risques et possibilités d'adaptation			
Aggravation des pressions exercées sur les ressources hydriques déjà lourdement sollicitées par la surexploitation et la dégradation, et qui feront face à l'avenir à une demande accrue. Stress dû à la sécheresse exacerbé dans les régions africaines déjà exposées à ce fléau (<i>degré de confiance élevé</i>) [22.3–4]		<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des facteurs de perturbation non climatiques des ressources hydriques • Renforcement des capacités institutionnelles pour la gestion de la demande, évaluation des ressources en eau souterraine, planification intégrée de l'eau et des eaux usées, et gouvernance intégrée des terres et de l'eau • Développement urbain durable 											
Baisse de la productivité des cultures due à la chaleur et à la sécheresse — dont les conséquences sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire des pays, des régions et des ménages pourraient être graves — ainsi qu'aux dommages causés par les ravageurs, les maladies et les inondations sur l'infrastructure des systèmes alimentaires (<i>degré de confiance élevé</i>) [22.3–4]		<ul style="list-style-type: none"> • Adaptations technologiques (variétés végétales tolérantes au stress, irrigation, systèmes d'observation perfectionnés, etc.) • Amélioration de l'accès des petits producteurs au crédit et à d'autres facteurs de production essentiels; diversification des modes de subsistance • Renforcement des institutions à l'échelle locale, nationale et régionale pour appuyer l'agriculture (y compris par l'établissement de systèmes d'alerte précoce) et politiques favorables à l'égalité des sexes • Adaptations agronomiques (agroforesterie, agriculture de conservation) 											
Variations de l'incidence et de l'extension géographique des maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique dues à l'évolution des températures et des précipitations moyennes et de leur variabilité, en particulier aux limites de leurs aires de répartition (<i>degré de confiance moyen</i>) [22.3]		<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des objectifs de développement, et notamment amélioration de l'accès à l'eau potable et des systèmes d'assainissement, et renforcement des fonctions liées à la santé publique telles que la surveillance • Cartographie de la vulnérabilité et systèmes d'alerte précoce • Coordination intersectorielle • Développement urbain durable 											

Tableau RT.5 (suite)

Suite à la page suivante →

Europe																							
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																			
<p>Augmentation des pertes économiques et des incidences sur les populations dues aux inondations dans les bassins hydrographiques et le long des côtes, aggravée par l'urbanisation, l'élévation du niveau de la mer, l'érosion des côtes et l'augmentation du débit des cours d'eau (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[23.2–3, 23.7]</p>	<p>L'adaptation peut permettre d'éviter la plupart des dommages anticipés (<i>degré de confiance élevé</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expérience importante acquise en matière de technologies robustes de protection contre les crues et de restauration des milieux humides • Coûts élevés des mesures renforcées de protection contre les crues • Obstacles possibles à la mise en œuvre: demande de terres en Europe et préoccupations liées à l'environnement et au paysage 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres d'impact]			Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]			[Barres d'impact]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres d'impact]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]																						
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]																						
	[Barres d'impact]																						
<p>Renforcement des restrictions visant l'utilisation de l'eau. Réduction sensible de la disponibilité de l'eau provenant des cours d'eau et de la nappe phréatique, combinée à une augmentation de la demande (pour l'irrigation, l'énergie et l'industrie, l'usage domestique, etc.) et à une réduction du drainage et du ruissellement due à une évaporation accélérée, en particulier dans le sud de l'Europe (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[23.4, 23.7]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilités reconnues d'adaptation fondées sur l'adoption de technologies plus efficaces de gestion de l'eau et d'économie de la ressource (irrigation, espèces végétales, couverture des sols, industries, usages domestiques, etc.) • Mise en œuvre de pratiques optimales et de mesures de bonne gouvernance dans le cadre des plans de gestion des bassins versants et de gestion intégrée de l'eau 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres d'impact]			Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]			[Barres d'impact]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres d'impact]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]																						
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]																						
	[Barres d'impact]																						
<p>Augmentation des pertes économiques et des incidences sur les populations dues aux vagues de chaleur extrême: incidences sur la santé et le bien-être, sur la productivité du travail, sur la production agricole et sur la qualité de l'air, et risque accru de feux incontrôlés dans le sud de l'Europe et dans la région boréale russe (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[23.3–7; tableau 23–1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de systèmes d'alerte • Adaptation des habitations, des lieux de travail, des infrastructures de transport et de l'infrastructure énergétique • Réduction des émissions pour améliorer la qualité de l'air • Amélioration de la gestion des feux incontrôlés • Mise au point de produits d'assurance contre les variations du rendement dues aux conditions météorologiques 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres d'impact]			Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]			[Barres d'impact]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres d'impact]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]																						
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]																						
	[Barres d'impact]																						
Asie																							
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																			
<p>Aggravation des crues des cours d'eau et des inondations des côtes et des zones urbaines causant de lourds dommages aux infrastructures, aux moyens de subsistance et aux établissements humains en Asie (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'exposition à l'aide de mesures structurelles ou non, d'une planification efficace de l'utilisation des terres et de mesures de relocalisation sélective • Réduction de la vulnérabilité des infrastructures et services essentiels (eau, énergie, gestion des déchets, aliments, biomasse, mobilité, écosystèmes locaux, télécommunications, etc.) • Construction de systèmes de surveillance et d'alerte précoce; mesures d'identification des zones exposées, aide prodiguée aux régions et aux ménage vulnérables et diversification des moyens de subsistance • Diversification économique 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres d'impact]			Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]			[Barres d'impact]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres d'impact]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]																						
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]																						
	[Barres d'impact]																						
<p>Risque accru de mortalité liée à la chaleur (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'avis de vague de chaleur et de veille sanitaire • Planification urbaine pour réduire les îlots de chaleur; amélioration de l'environnement bâti; construction de villes durables • Nouvelles pratiques de travail visant à éviter le stress thermique chez les personnes travaillant à l'extérieur 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres d'impact]			Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]			[Barres d'impact]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres d'impact]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]																						
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]																						
	[Barres d'impact]																						
<p>Risque accru de pénuries d'eau et d'aliments liés à la sécheresse et provoquant la malnutrition (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[24.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation aux catastrophes, y compris systèmes d'alerte précoce et stratégies locales d'adaptation • Gestion adaptative/intégrée des ressources hydriques • Construction d'infrastructures relatives à l'eau et de réservoirs • Diversification des sources d'eau, y compris recyclage des eaux usées • Utilisation plus efficace de l'eau (pratiques agricoles améliorées, gestion de l'irrigation et systèmes agricoles adaptés, etc.) 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (20 0–2 00)</td> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres d'impact]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres d'impact]			Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]			Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]			[Barres d'impact]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres d'impact]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres d'impact]																						
Long terme 2°C (20 0–2 00)	[Barres d'impact]																						
	[Barres d'impact]																						

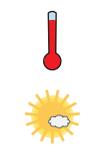
nomènes climatiques extrêmes auront des incidences plus importantes sur la santé, la sécurité, les modes de subsistance et la pauvreté, le type et l'ampleur de ces incidences variant suivant les régions (*degré de confiance élevé*). Dans de nombreuses parties de l'Asie, le changement climatique projeté au cours du XXI^e siècle se traduira par une augmentation des incidences terrestres déjà observées, notamment la dégradation du pergélisol et des changements touchant les aires de répartition des espèces végétales, les taux de croissance de ces espèces ainsi que l'étalement des activités saisonnières. Les systèmes côtiers et marins d'Asie, notamment les mangroves, les herbiers, les marais salants et les récifs coralliens, subissent de plus en plus les effets de facteurs déterminants associés ou non au climat. Dans la partie asiatique de l'Arctique, l'élévation du niveau de la mer, qui se conjuguera avec les changements projetés en ce qui concerne le pergélisol et la durée de la saison libre de glace, augmentera la vitesse d'érosion des côtes (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). [24.4, 30.5]

Australasie. Faute d'adaptation, la poursuite projetée des changements touchant le climat, la concentration atmosphérique du dioxyde de carbone et l'acidité des océans aura des incidences considérables sur les ressources en eau, les écosystèmes côtiers, les infrastructures, la santé, l'agriculture et la diversité biologique (*degré de confiance élevé*). Selon les projections, les ressources en eau douce diminueront dans l'extrême sud-est et l'extrême sud-ouest du continent australien (*degré de confiance élevé*) et dans certains cours d'eau de Nouvelle-Zélande (*degré de confiance moyen*). L'élévation du niveau de la mer et l'augmentation des pluies abondantes augmenteront l'érosion et les inondations, si bien que de nombreux écosystèmes, les infrastructures et les logements situés dans les basses terres seront endommagés (*degré de confiance élevé*); en raison de vagues de chaleur plus fréquentes et intenses, la santé humaine sera exposée à de plus grands risques; les changements touchant les pluies et la hausse des températures entraîneront des changements de zones de production agricole; et l'aire de répartition

RT

Tableau RT.5 (suite)

Suite à la page suivante →

Australasie																								
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																				
<p>Variations sensibles de la composition et de la structure des récifs coralliens en Australie (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[25.6, 30.5; encarts ET-RC et ET-AO]</p>	<ul style="list-style-type: none"> L'aptitude des coraux à s'adapter naturellement semble limitée et insuffisante pour faire face aux effets délétères de la hausse des températures et de l'acidification. Les autres solutions consistent principalement à réduire les autres sources de stress (qualité de l'eau, tourisme, pêche) et à mettre en place des systèmes d'alerte précoce. Des interventions directes telles que la colonisation assistée et la création d'ombrages ont été proposées mais n'ont toujours pas été testées à grande échelle. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Moderés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Moderés	Très élevés	Moment présent	[Barre orange]			Court terme (2030-2040)	[Barre orange]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]			4°C	[Barre orange]			
	Très faibles	Moderés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre orange]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre orange]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]																							
4°C	[Barre orange]																							
<p>Multiplication et aggravation des dommages causés par les inondations aux infrastructures et aux établissements humains en Australie et en Nouvelle-Zélande (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[Tableau 25-1; encadrés 25-8 et 25-9]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Déficit sensible d'adaptation aux risques actuels d'inondation dans certaines régions. Les mesures efficaces d'adaptation comprennent la régulation de l'utilisation des terres et la relocalisation, ainsi que la protection contre les risques et l'adaptation à ces derniers afin d'assurer plus de souplesse. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Moderés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Moderés	Très élevés	Moment présent	[Barre orange]			Court terme (2030-2040)	[Barre orange]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]			4°C	[Barre orange]			
	Très faibles	Moderés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre orange]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre orange]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]																							
4°C	[Barre orange]																							
<p>Risques accrus pour les infrastructures côtières et les écosystèmes de faible altitude en Australie et en Nouvelle-Zélande, et dommages généralisés dans le cas des scénarios d'élévation du niveau de la mer les plus graves (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[25.6, 25.10; encadré 25-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Déficit d'adaptation aux risques actuels d'érosion côtière et d'inondation à certains endroits. Les cycles successifs de construction et de protection font obstacle aux mesures d'amélioration de l'adaptabilité. Les mesures efficaces d'adaptation comprennent la régulation de l'utilisation des terres et la relocalisation, ainsi que la protection contre les risques et l'adaptation à ces derniers. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Moderés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Moderés	Très élevés	Moment présent	[Barre orange]			Court terme (2030-2040)	[Barre orange]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]			4°C	[Barre orange]			
	Très faibles	Moderés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre orange]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre orange]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]																							
4°C	[Barre orange]																							
Amérique du Nord																								
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																				
<p>Perte de l'intégrité des écosystèmes due aux feux incontrôlés, destruction de la propriété, morbidité et mortalité humaines découlant d'une tendance accrue à l'assèchement et à la hausse des températures (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[26.4, 26.8; encadré 26-2]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Certains écosystèmes sont mieux adaptés aux incendies que d'autres. Les gestionnaires forestiers et les planificateurs urbains font de plus en plus appel à des mesures de protection contre les incendies (brûlage dirigé, introduction d'espèces végétales résistantes, etc.). Les capacités institutionnelles d'aide à l'adaptation des écosystèmes sont limitées. L'adaptation des établissements humains est entravée par l'expansion rapide de la propriété privée dans les zones à haut risque et par les capacités limitées d'adaptation à l'échelle des ménages. L'agroforesterie peut constituer une stratégie de recharge efficace à la culture sur brûlis pratiquée au Mexique. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Moderés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Moderés	Très élevés	Moment présent	[Barre orange]			Court terme (2030-2040)	[Barre orange]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]			4°C	[Barre orange]			
	Très faibles	Moderés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre orange]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre orange]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]																							
4°C	[Barre orange]																							
<p>Mortalité humaine liée à la chaleur (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[26.6, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> La climatisation des bâtiments résidentiels peut réduire les risques. Toutefois, la disponibilité et l'utilisation des systèmes de climatisation sont très variables, et ces systèmes sont exposés aux pannes de courant. Les populations vulnérables comprennent les athlètes et les personnes qui travaillent à l'extérieur et qui ne peuvent donc avoir recours à la climatisation. Les mesures d'adaptation à l'échelle des collectivités et des ménages — soutien familial, systèmes d'alerte précoce, centres de refroidissement, reverdissement, surfaces à albédo élevé, etc. — peuvent réduire l'exposition aux conditions de chaleur extrême. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Moderés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Moderés	Très élevés	Moment présent	[Barre orange]			Court terme (2030-2040)	[Barre orange]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]			4°C	[Barre orange]			
	Très faibles	Moderés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre orange]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre orange]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]																							
4°C	[Barre orange]																							
<p>Crues en milieu urbain près des cours d'eau et sur les côtes provoquant des dommages à la propriété et aux infrastructures; perturbations de la chaîne d'approvisionnement, des écosystèmes et des systèmes sociaux; incidences sur la santé publique et dégradation de la qualité de l'eau dues à l'élévation du niveau de la mer, aux précipitations extrêmes et aux cyclones (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[26.2-4, 26.8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> La gestion du drainage urbain est une activité coûteuse et une source de perturbations. Les stratégies quasi sans regret qui présentent des avantages connexes comprennent l'aménagement de surfaces plus perméables qui favorisent la recharge de la nappe souterraine, les infrastructures vertes et les toitures-jardins. L'élévation du niveau de la mer se répercute sur les effluents côtiers et entrave le drainage des terres. Dans de nombreux cas, les normes de gestion des eaux de pluie ont besoin d'être mises à jour pour tenir compte des conditions climatiques actuelles. La conservation des milieux humides, y compris les mangroves, et les stratégies de planification de l'utilisation des terres peuvent réduire l'intensité des crues. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Moderés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030-2040)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>Largo plazo 2°C (2080-2100)</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> <tr> <td>4°C</td> <td colspan="3">[Barre orange]</td> </tr> </table>		Très faibles	Moderés	Très élevés	Moment présent	[Barre orange]			Court terme (2030-2040)	[Barre orange]			Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]			4°C	[Barre orange]			
	Très faibles	Moderés	Très élevés																					
Moment présent	[Barre orange]																							
Court terme (2030-2040)	[Barre orange]																							
Largo plazo 2°C (2080-2100)	[Barre orange]																							
4°C	[Barre orange]																							

de nombreuses espèces indigènes se rétrécira, certaines de ces espèces pouvant être menacées d'extinction à l'échelle locale, voire mondiale. Les incertitudes associées aux changements projetés des précipitations demeurent importantes pour de nombreuses parties de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, ce qui, en matière d'adaptation, soulève de grands défis. En certains lieux, certains secteurs pourraient tirer avantage des changements climatiques et de l'augmentation de la teneur de l'atmosphère en CO₂ projetés, en raison par exemple de la baisse de la demande d'énergie destinée au chauffage hivernal en Nouvelle-Zélande et dans le sud de l'Australie ou de la croissance de la forêt dans les régions les plus froides à l'exception des endroits où les éléments nutritifs du sol et les pluies se révèlent insuffisants. Les peuples autochtones d'Australie et de Nouvelle-Zélande sont davantage exposés que la moyenne au changement climatique en raison d'une forte dépendance sur une industrie primaire sensible au climat et de fortes relations sociales avec l'environnement naturel. Il leur faudra donc faire face à davantage

de contraintes pour s'adapter (*degré de confiance moyen*). [25.2, 25.3, 25.5 à 25.8, encadrés 25-1, 25-2, 25-5 et 25-8]

Amérique du Nord. Au cours des prochaines décennies, la fréquence et la gravité des dangers associés au climat, et avec eux les risques qu'ils comportent, augmenteront en Amérique du Nord, en particulier ceux liés aux périodes de chaleur intense, aux fortes précipitations et à un manteau neigeux en retrait (*degré de confiance très élevé*). Le changement climatique amplifiera les risques qui pèsent sur les ressources en eau déjà exposées à des facteurs de perturbation non climatiques, par l'intermédiaire d'incidences qui pourraient être associées à une diminution du manteau neigeux, une baisse de la qualité de l'eau, des inondations urbaines et une baisse de l'approvisionnement en eau destinée aux zones urbaines et à l'irrigation (*degré de confiance élevé*). La palette des mesures d'adaptation disponible est plus large pour traiter les déficits en approvisionnement en eau que les problèmes d'inondations et de qualité

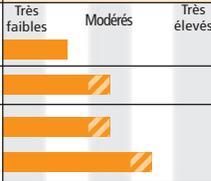
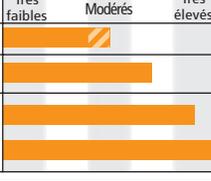
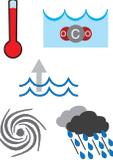
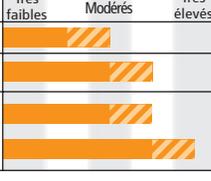
Tableau RT.5 (suite)

Suite à la page suivante →

Amérique centrale et Amérique du Sud																							
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																			
<p>Disponibilité de l'eau dans les régions semi-arides et celles qui dépendent de la fonte des glaciers, ainsi qu'en Amérique centrale; inondations et glissements de terrain dus aux précipitations extrêmes dans les zones urbaines et rurales (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gestion intégrée des ressources en eau Gestion des crues en zones urbaines et rurales (y compris les infrastructures); systèmes d'alerte précoce; meilleures prévisions des conditions météorologiques et de l'écoulement; lutte contre les maladies infectieuses 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]			[Barres de risque]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]																						
	[Barres de risque]																						
<p>Baisse de la production alimentaire et de la qualité des aliments (<i>degré de confiance moyen</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Création de nouvelles variétés de cultures mieux adaptées au changement climatique (température et sécheresses) Compensation des incidences d'une qualité réduite des aliments sur la santé des humains et des animaux Compensation des incidences économiques des changements d'affectation des terres Renforcement des systèmes et pratiques traditionnels fondés sur le savoir autochtone 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]			[Barres de risque]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]																						
	[Barres de risque]																						
<p>Propagation des maladies à transmission vectorielle en altitude et aux hautes latitudes (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[27.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place de systèmes d'alerte précoce pour la lutte contre les maladies et l'atténuation de leurs effets fondée sur les données climatiques et d'autres données pertinentes. Plusieurs facteurs augmentent la vulnérabilité. Mise en œuvre de programmes d'élargissement des services de santé publique de base 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">Données non disponibles</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Données non disponibles</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	Données non disponibles			Données non disponibles			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	Données non disponibles																						
	Données non disponibles																						
Régions polaires																							
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																			
<p>Risques pour les écosystèmes terrestres et dulcicoles (<i>degré de confiance élevé</i>) et pour les écosystèmes marins (<i>degré de confiance moyen</i>) découlant de changements des conditions de glace et d'enneigement, des conditions des milieux dulcicoles et marins influant sur la qualité de l'habitat, l'aire de répartition des espèces, la phénologie et la productivité, ainsi que sur les économies qui en dépendent</p> <p>[28.2–4]</p>	<p>Risques pour les écosystèmes terrestres et dulcicoles (<i>degré de confiance élevé</i>) et pour les écosystèmes marins (<i>degré de confiance moyen</i>) découlant de changements des conditions de glace et d'enneigement, des conditions des milieux dulcicoles et marins influant sur la qualité de l'habitat, l'aire de répartition des espèces, la phénologie et la productivité, ainsi que sur les économies qui en dépendent</p> <p>[28.2–4]</p>		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]			[Barres de risque]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]																						
	[Barres de risque]																						
<p>Risques pour la santé et le bien-être des habitants de l'Arctique découlant des blessures et des maladies engendrées par l'évolution de l'environnement physique, l'insécurité alimentaire, l'absence de sources fiables d'eau potable et les dommages causés aux infrastructures, y compris celles des zones de pergélisol (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[28.2–4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Coproduction de solutions plus robustes combinant les sciences et la technologie au savoir autochtone Systèmes améliorés d'observation, de suivi et d'alerte Systèmes améliorés de communications, d'éducation et de formation Transfert de ressources et changements de l'utilisation des terres ou de l'emplacement des établissements humains 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]			[Barres de risque]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]																						
	[Barres de risque]																						
<p>Défis sans précédent pour les collectivités nordiques dus aux liens complexes qui existent entre les risques liés au climat et les facteurs sociétaux, en particulier lorsque le rythme des changements dépasse la capacité d'adaptation des systèmes sociaux (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[28.2–4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Coproduction de solutions plus robustes combinant les sciences et la technologie au savoir autochtone Systèmes améliorés d'observation, de suivi et d'alerte Systèmes améliorés de communications, d'éducation et de formation Solutions de cogestion adaptative élaborées dans le cadre du règlement des revendications territoriales 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]			[Barres de risque]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]																						
	[Barres de risque]																						
Petites îles																							
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation																			
<p>Incidences négatives sur les moyens de subsistance, les établissements côtiers, les infrastructures, les écoservices et la stabilité économique (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[29.6, 29.8; figure 29-4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les îles disposent d'un potentiel important d'adaptation, mais elles peuvent tout de même bénéficier d'un apport de ressources et de technologies de l'extérieur. Maintien et renforcement des fonctions et services écosystémiques, des ressources en eau et de la sécurité alimentaire L'efficacité des stratégies d'adaptation des collectivités traditionnelles risque d'être sensiblement réduite à l'avenir. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]			[Barres de risque]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]																						
	[Barres de risque]																						
<p>Les interactions de l'élévation du niveau moyen des océans au cours du XXI^e siècle et des épisodes de crues prononcées des eaux menaceront les zones côtières de faible élévation (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[29.4; tableau 29–1; GTI RE5, 13.5; tableau 13.5]</p>	<ul style="list-style-type: none"> En raison d'un ratio élevé de la superficie des zones côtières par rapport au total des terres émergées, les mesures d'adaptation mises en œuvre par les îles constitueront des défis importants au plan du financement et de l'utilisation des ressources. Les options d'adaptation comprennent le maintien et la remise en état des territoires et des écosystèmes côtiers, la gestion améliorée des sols et des ressources en eau douce, et la mise en œuvre de codes du bâtiment et de modèles d'établissements humains appropriés. 		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Très faibles</td> <td>Modérés</td> <td>Très élevés</td> </tr> <tr> <td>Moment présent</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td>Court terme (2030–2040)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Long terme 2°C (2080–2100)</td> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> <tr> <td colspan="3">[Barres de risque]</td> </tr> </table>		Très faibles	Modérés	Très élevés	Moment présent	[Barres de risque]			Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]			Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]			[Barres de risque]			
	Très faibles	Modérés	Très élevés																				
Moment présent	[Barres de risque]																						
Court terme (2030–2040)	[Barres de risque]																						
Long terme 2°C (2080–2100)	[Barres de risque]																						
	[Barres de risque]																						

RT

Tableau RT.5 (suite)

Océans				
Risques principaux	Problèmes et perspectives d'adaptation	Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation
<p>Déplacement de l'aire de répartition des espèces de poissons et d'invertébrés et réduction du potentiel de prise au basses latitudes, c'est-à-dire dans les zones de remontées d'eau équatoriales, les systèmes des limites côtières et les zones subtropicales de tourbillons océaniques (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[6.3, 30.5-6; tableaux 6-6 et 30-3; encart ET-BM]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Le potentiel d'adaptation évolutive des poissons et des invertébrés marins au réchauffement est limité, comme le laissent conclure les changements observés de leurs aires de répartition. Options d'adaptation des humains: transfert à grande échelle des activités de pêche industrielle pour répondre aux baisses régionales (basses latitudes) et aux augmentations possiblement temporaires (hautes latitudes) du potentiel de prises; gestion souple capable de réagir à la variabilité et aux changements; amélioration des capacités d'adaptation des poissons au stress thermique grâce à la réduction d'autres facteurs de stress comme la pollution et l'eutrophisation; développement de l'aquaculture durable et de modes de subsistance de rechange dans certaines régions. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030-2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080-2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> 
<p>Réduction de la biodiversité, de l'abondance des prises et de l'efficacité de la protection des côtes par les récifs coralliens à cause de vastes phénomènes de blanchissement des coraux dus à la chaleur, exacerbés par l'acidification des océans, par exemple, dans les systèmes des limites côtières et les zones subtropicales de tourbillons océaniques (<i>degré de confiance élevé</i>)</p> <p>[5.4, 6.4, 30.3, 30.5-6; tableaux 6-6 et 30-3; encart ET-RC]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les éléments laissant croire à une évolution rapide des coraux sont très limités. Certains coraux pourraient migrer vers de plus hautes latitudes, mais on ne s'attend pas à ce que des récifs coralliens entiers soient capables de se déplacer au rythme de l'évolution des températures des océans. Les options d'adaptation des humains se limitent à réduire les autres facteurs de stress, principalement en améliorant la qualité de l'eau et en limitant les pressions exercées par le tourisme et la pêche. Ces mesures retarderont de quelques décennies les incidences du changement climatique, mais leur efficacité sera grandement réduite à mesure que le stress thermique s'intensifie. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030-2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080-2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> 
<p>Inondations côtières et perte d'habitat causées par l'élévation du niveau de la mer, les phénomènes extrêmes, les variations du volume des précipitations et une baisse de la résistance écologique, par exemple, dans les systèmes des limites côtières et les zones subtropicales de tourbillons océaniques (<i>degré de confiance moyen à élevé</i>)</p> <p>[5.5, 30.5-6; tableaux 6-6 et 30-3; encart ET-RC]</p>	<ul style="list-style-type: none"> Les options d'adaptation des humains se limitent à réduire les autres facteurs de stress, principalement en réduisant la pollution et en limitant les pressions exercées par le tourisme, la pêche, la destruction physique et l'aquaculture non durable. Réduction du déboisement et reboisement accéléré des bassins versants et des zones côtières afin de retenir les sédiments et les matières nutritives. Protection accrue et remise en état des mangroves, des récifs coralliens et des herbiers afin de protéger de nombreux biens et services écosystémiques — par exemple, protection des côtes, valeur touristique et habitat du poisson. 		<p>Moment présent</p> <p>Court terme (2030-2040)</p> <p>Long terme 2°C (2080-2100)</p> <p>4°C</p>	<p>Très faibles Modérés Très élevés</p> 

de l'eau (*degré de confiance moyen*). Les écosystèmes subissent des pressions croissantes découlant de la hausse des températures, de l'augmentation de la concentration de CO₂ et de l'élévation du niveau de la mer, et sont particulièrement vulnérables aux phénomènes climatiques extrêmes (*degré de confiance très élevé*). Dans de nombreux cas, les facteurs climatiques de perturbation exacerbent d'autres influences anthropiques pesant sur les écosystèmes, y compris les changements d'affectation des terres, l'invasion d'espèces exotiques et la pollution. D'ici la fin du XXI^e siècle, si aucune mesure d'adaptation n'est prise, la hausse des températures, la baisse des précipitations dans certaines régions et l'augmentation de la fréquence des phénomènes extrêmes entraîneront, selon les projections, une baisse nette de productivité des grandes cultures en Amérique du Nord. Il est possible cependant que certaines régions, en particulier dans le nord, soient favorisées par cette évolution des conditions. L'adaptation, souvent en conjugaison avec les co-avantages de l'atténuation, pourrait compenser les incidences négatives sur le rendement de nombreuses cultures, projetées pour une augmentation de la température moyenne mondiale de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels, l'efficacité de l'adaptation étant moindre pour une hausse de 4 °C (*degré de confiance élevé*). Alors que les grands centres urbains disposent de capacités d'adaptation relativement élevées, la forte densité de population, l'inadéquation des infrastructures, le manque de capacités des institutions et la dégradation des milieux naturels augmentent les risques futurs associés aux phénomènes climatiques, notamment aux vagues de chaleur, aux sécheresses, aux tempêtes et à l'élévation du niveau de la mer (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Il est possible de réduire les risques futurs associés aux extrêmes climatiques par divers moyens, notamment: l'emploi de systèmes de climatisation ciblés et durables, une efficacité accrue des systèmes d'alerte et d'intervention, un renforcement de la lutte contre la pollution, des stratégies de planification urbaine et des infrastructures résilientes dans le domaine de la santé (*degré de confiance élevé*). [26.3 à 26.6, 26.8]

Amérique centrale et Amérique du Sud. Malgré les améliorations enregistrées, les niveaux de pauvreté élevés et persistants que la plupart des pays connaissent sont synonymes d'une forte vulnérabilité à la variabilité et à l'évolution du climat (*degré de confiance élevé*). Selon les projections, les incidences du changement climatique sur

la productivité agricole seront marquées par une importante variabilité spatiale, avec par exemple un maintien ou une augmentation de la productivité jusqu'au milieu du siècle dans le sud-est de l'Amérique du Sud et des baisses de productivité à court terme (d'ici 2030) en Amérique centrale, ce qui menacera la sécurité alimentaire des populations les plus pauvres (*degré de confiance moyen*). La diminution des précipitations et l'augmentation de l'évapotranspiration dans les régions semi-arides augmenteront les risques de pénurie d'eau, touchant ainsi les villes, la production d'énergie hydroélectrique et l'agriculture (*degré de confiance élevé*). Les stratégies d'adaptation en cours comprennent la réduction de la disparité entre l'offre et la demande relative aux ressources en eau et les réformes à apporter à la gestion et à la coordination de ces ressources (*degré de confiance moyen*). La conversion des écosystèmes naturels, un facteur déterminant du changement climatique anthropique, constitue la cause principale des pertes de diversité biologique et d'écosystèmes (*degré de confiance élevé*). Il est vraisemblable que le changement climatique augmentera le rythme auquel les espèces disparaissent (*degré de confiance moyen*). Dans les systèmes côtiers et marins, l'élévation du niveau de la mer et les facteurs humains de perturbation augmentent les risques pour les stocks de poissons, les coraux, les mangroves, les loisirs et le tourisme et en ce qui concerne les maladies (*degré de confiance élevé*). Le changement climatique exacerbera les risques futurs dans le domaine de la santé, compte tenu des taux régionaux de croissance démographique et des vulnérabilités dues à la pollution, à l'insécurité alimentaire dans les régions pauvres et à l'état actuel des systèmes de santé, de distribution d'eau, d'assainissement et de collecte des déchets (*degré de confiance moyen*). [27.2, 27.3]

Régions polaires. Le changement climatique et les facteurs déterminants non climatiques souvent interconnectés, notamment les changements environnementaux, la démographie, la culture et le développement économique, interagissent dans l'Arctique pour engendrer des risques physiques, biologiques et socio-économiques, suivant une évolution dont le rythme risque d'être trop rapide pour que les systèmes sociaux puissent s'y adapter (*degré de confiance élevé*). La fonte du pergélisol et les changements touchant les précipitations pourraient avoir un effet sur les infrastructures et les services connexes, les risques se portant tout particulièrement sur

Tableau RT.6 | Changements observés et projetés pour certains types d'extrêmes de température et de précipitations et 26 régions sous-continentales définies dans le Rapport spécial du GIEC intitulé *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique* (SREX). Les degrés de confiance sont indiqués par la couleur des symboles. Une indication de la probabilité n'est ajoutée que lorsque le *degré de confiance est élevé ou très élevé*. Sauf indication contraire, les tendances observées des extrêmes de température et de précipitations, y compris les conditions de temps sec et de sécheresse, sont calculées en général à partir de 1950, la période de référence étant celle de 1961-1990. Les changements futurs sont déduits des projections des modèles de climat mondial et régional pour 2071-2100 par comparaison à 1961-1990 ou pour 2080-2100 par comparaison à 1980-2000. Les entrées du tableau récapitulent les renseignements que fournissent les tableaux 3-2 et 3-3 du rapport SREX, complétés ou remplacés par l'information que contiennent les sections 2.6 et 14.8, et le tableau 2-13 (GTI RE5) et le tableau 25-1 (GTII RE5). La (les) source(s) du contenu de chaque entrée est (sont) indiquée(s) à l'aide des lettres suivantes placées en exposant: a) tableau 3-2 (SREX); b) tableau 3-3 (SREX); c) section 2.6 et tableau 2-13 (GTI RE5); d) section 14.8 (GTI RE5); e) tableau 25-1 (GTII RE5). [tableaux 21-7 et SM21-2, figure 21-4]

Région Code régional	Tendances des extrêmes de la température diurne (fréquence des jours chauds ou froids)		Tendances des fortes précipitations (pluie, neige)		Tendances des conditions de temps sec et de sécheresse	
	Observations	Projections	Observations	Projections	Observations	Projections
Ouest de l'Amérique du Nord WNA, 3	Forte hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (forte baisse pour les jours froids) ^a	Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	Variation spatiale des tendances. Hausse générale, baisse dans certaines parties de la région ^a	Hausse pour la valeur de récurrence sur 20 ans des précipitations quotidiennes maximales sur un an et pour d'autres indicateurs dans la partie septentrionale de la région (Canada) ^a Degré de confiance inférieur dans la partie méridionale de la région, faute de signal cohérent pour ces autres indicateurs ^a	Aucun changement ou faible baisse pour le temps sec ^a	Signal incohérent ^b
Centre de l'Amérique du Nord CNA, 4	Variation spatiale des tendances. Faibles hausses pour les jours chauds dans le nord, baisses dans le sud ^a	Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	Hausse <i>très probable</i> depuis 1950 ^a	Hausse pour la valeur de récurrence sur 20 ans des précipitations quotidiennes maximales sur un an ^b Signal incohérent pour d'autres indicateurs des jours de fortes précipitations ^b	Baisse <i>probable</i> ^{a, c}	Hausse pour les jours secs consécutifs et l'humidité du sol dans la partie méridionale de la région ^b Signal incohérent pour le reste de la région ^b
Est de l'Amérique du Nord ENA, 5	Variation spatiale des tendances. Hausse générale pour les jours chauds (baisse pour les jours froids), signal inverse ou peu significatif dans certaines parties de la région ^a	Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	Hausse <i>très probable</i> depuis 1950 ^a	Hausse pour la valeur de récurrence sur 20 ans des précipitations quotidiennes maximales sur un an. D'autres indicateurs étayaient la hausse pour les fortes précipitations dans la partie septentrionale de la région ^b Signal nul ou incohérent pour ces autres indicateurs dans la partie méridionale de la région ^b	Faible baisse pour le temps sec depuis 1950 ^a	Signal incohérent pour les jours secs consécutifs, petite baisse cohérente pour l'humidité du sol ^b
Alaska/Nord-ouest du Canada ALA, 1	Forte hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	Légère hausse ^a Aucune tendance significative dans le sud de l'Alaska ^a	Hausse <i>probable</i> pour les fortes précipitations ^b	Tendances incohérentes ^a Hausse pour le temps sec dans certaines parties de la région ^a	Signal incohérent ^b
Est du Canada, Groenland, Islande CGI, 2	Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) dans certaines parties de la région, baisse pour les jours chauds (hausse pour les jours froids) dans d'autres ^a	Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	Hausse dans certaines parties de la région ^a	Hausse <i>probable</i> pour les fortes précipitations ^b	Éléments insuffisants ^a	Signal incohérent ^b
Nord de l'Europe NEU, 11	Hausse pour les jours chauds (baisse pour les jours froids), mais généralement pas de tendance significative à l'échelle locale ^a	Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) [mais tendances plus faibles qu'en Europe centrale et méridionale] ^b	Hausse l'hiver dans certaines parties de la région, mais tendances non significatives ou incohérentes à l'échelle sous-régionale, surtout l'été ^a	Hausse probable pour la valeur de récurrence sur 20 ans des précipitations quotidiennes maximales sur un an. Hausse <i>très probable</i> pour l'intensité et la fréquence des fortes précipitations l'hiver dans le nord ^b	Variation spatiale des tendances. Généralement aucun changement ou légère hausse pour le temps sec, légère baisse dans des parties de la région ^a	Aucun grand changement pour le temps sec ^b

Symboles					Degré de confiance accordé aux résultats		
Tendance ou signal à la hausse	Tendance ou signal à la baisse	Tendance ou signal à la hausse et à la baisse	Tendance ou signal incohérent ou éléments insuffisants	Changement faible ou nul	Faible	Moyen	Élevé



Tableau RT.6 (suite)

Région Code régional	Tendances des extrêmes de la température diurne (fréquence des jours chauds ou froids)		Tendances des fortes précipitations (pluie, neige)		Tendances des conditions de temps sec et de sécheresse	
	Observations	Projections	Observations	Projections	Observations	Projections
Europe centrale CEU, 12	 Hausse générale <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) dans presque toute la région. Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse probable pour les jours froids) dans l'ouest de la région ^a  Degré de confiance inférieur pour les tendances dans l'est de la région (manque de documentation, manque partiel d'accès aux observations, signaux généralement plus faibles et tendances s'inversant) ^a	 Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Hausse dans des parties de la région, en particulier l'ouest et la partie européenne de la Russie, surtout l'hiver ^a Tendances non significatives ou incohérentes ailleurs, surtout l'été ^a	 Hausse <i>probable</i> pour la valeur de récurrence sur 20 ans des précipitations quotidiennes maximales sur un an. D'autres indicateurs étayaient la hausse pour les fortes précipitations l'hiver dans une grande partie de la région ^b  Degré de confiance inférieur l'été, faute d'éléments cohérents ^b	 Variation spatiale des tendances. Hausse pour le temps sec dans une partie de la région, mais quelques variations régionales des tendances pour le temps sec, notamment en fonction des études examinées (indice, durée) ^b	 Hausse pour le temps sec et hausse à court terme pour la sécheresse ^b
Sud de l'Europe et Méditerranée MED, 13	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) dans presque toute la région. Quelques variations régionales et temporelles du caractère significatif des tendances. Tendances les plus marquées et les plus significatives <i>probablement</i> dans la péninsule Ibérique et le sud de la France ^a  Tendances plus faibles ou moins significatives dans le sud-est de l'Europe et l'Italie, compte tenu d'inversions de tendances, hausse la plus forte pour les jours chauds depuis 1976 ^a	 Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Tendances incohérentes dans l'ensemble de la région et des études ^a	 Changements incohérents et variations régionales ^b	 Hausse générale pour le temps sec, hausse <i>probable</i> pour la Méditerranée ^{a, c}	 Hausse pour le temps sec. Hausse cohérente pour la sécheresse ^{b, d}
Afrique de l'Ouest WAF, 15	 Hausse significative pour la température du jour le plus chaud et du jour le plus froid dans certaines parties de la région ^a  Éléments insuffisants dans d'autres parties ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Hausse pour l'intensité des pluies ^a	 Changement faible ou nul pour les indicateurs de fortes précipitations dans presque toute la région ^b  Degré de cohérence faible entre les modèles dans le nord de la région ^b	 Hausse <i>probable</i> mais la sécheresse des années 70 dans le Sahel prédomine dans la tendance; variation interannuelle plus forte ces dernières années ^{a, c}	 Signal incohérent ^b
Afrique de l'Est EAF, 16	 Manque d'éléments par manque de documentation et manque d'uniformité spatiale des tendances ^a  Hausse pour les jours chauds dans la pointe sud (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Éléments insuffisants ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les fortes précipitations ^b	 Variation spatiale des tendances pour le temps sec ^a	 Baisse pour le temps sec dans de vastes parties de la région ^b
Afrique australe SAF, 17	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^{a, c}	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Hausse dans davantage de régions, mais variation spatiale des tendances ^{a, c}	 Signal manquant de cohérence dans l'ensemble de la région ^b  Quelques éléments indiquant une hausse pour les fortes précipitations dans le sud-est de la région ^b	 Hausse générale pour le temps sec ^a	 Hausse pour le temps sec, sauf dans l'est de la région ^{b, d}  Hausse cohérente pour la sécheresse ^b
Sahara SAH, 14	 Manque de documentation ^a	 Hausse probable pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Éléments insuffisants ^a	 Degré de cohérence faible ^b	 Peu de données, variation spatiale des tendances ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Amérique centrale et Mexique CAM, 6	 Hausse pour les jours chauds, baisse pour les jours froids ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Variation spatiale des tendances. Hausse dans de nombreuses parties de la région, baisse dans quelques autres ^a	 Tendances incohérentes ^b	 Tendances variables et incohérentes ^a	 Hausse pour le temps sec, avec un degré de confiance inférieur pour la tendance dans l'extrême sud de la région ^b

Suite à la page suivante →

Tableau RT.6 (suite)

Région Code régional	Tendances des extrêmes de la température diurne (fréquence des jours chauds ou froids)		Tendances des fortes précipitations (pluie, neige)		Tendances des conditions de temps sec et de sécheresse	
	Observations	Projections	Observations	Projections	Observations	Projections
Amazonie AMZ, 7	 Éléments insuffisants pour fixer des tendances ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse <i>probable</i> pour les jours froids) ^b	 Hausse dans de nombreuses parties de la région, baisse dans quelques autres ^a	 Hausse pour les fortes précipitations selon certains indicateurs ^b	 Baisse pour le temps sec dans presque toute la région. Quelques tendances opposées et des incohérences ^a	 Signal incohérent ^b
Nord-est du Brésil NEB, 8	 Hausse pour les jours chauds ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse <i>probable</i> pour les jours froids) ^b	 Hausse dans de nombreuses parties de la région, baisse dans quelques autres ^a	 Changement faible ou nul ^b	 Tendances variables et incohérentes ^a	 Hausse pour le temps sec ^b
Sud-est de l'Amérique du Sud SSA, 10	 Variation spatiale des tendances (hausse pour les jours chauds dans certaines parties de la région, baisse dans d'autres) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse <i>probable</i> pour les jours froids) ^b	 Hausse dans le nord de la région ^a  Éléments insuffisants dans le sud ^a	 Hausse dans le nord de la région ^b  Éléments insuffisants dans le sud ^b	 Tendances variables et incohérentes ^a	 Signal incohérent ^b
Côte ouest de l'Amérique du Sud WSA, 9	 Variation spatiale des tendances (hausse pour les jours chauds dans certaines parties de la région, baisse dans d'autres) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse <i>probable</i> pour les jours froids) ^b	 Baisse dans de nombreuses parties de la région, hausse dans quelques autres ^a	 Hausse dans les régions tropicales ^b  Degré de confiance faible dans les régions extratropicales ^b	 Tendances variables et incohérentes ^a	 Baisse pour les jours secs consécutifs dans les régions tropicales et hausse dans les régions extratropicales ^a  Hausse pour les jours secs consécutifs et pour l'humidité du sol dans le sud-ouest ^b
Nord de l'Asie NAS, 18	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse dans certaines parties de la région, mais variation spatiale ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les fortes précipitations dans presque toute la région ^b	 Variation spatiale des tendances ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Asie centrale CAS, 20	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Variation spatiale des tendances ^a	 Signal incohérent dans les modèles ^b	 Variation spatiale des tendances ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Est de l'Asie EAS, 22	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Variation spatiale des tendances ^a	 Hausse pour les fortes précipitations dans l'ensemble de la région ^b	 Hausse pour le temps sec ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Asie du Sud-Est SEA, 24	 Hausse pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) dans le nord de la région ^a  Éléments insuffisants pour l'Insulinde ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Variation spatiale des tendances, manque partiel d'éléments ^a	 Hausse pour la plupart des indicateurs dans presque toute la région (surtout non continentale). Un indicateur donne un signal de changement incohérent ^a	 Variation spatiale des tendances ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Asie du Sud SAS, 23	 Hausse pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Signal mixte en Inde ^a	 Hausse pour la fréquence et l'intensité des jours de fortes précipitations dans certaines parties de la région. Aucun changement ou hausse cohérente pour d'autres indicateurs ^b	 Signal incohérent pour différents indices et études ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Ouest de l'Asie WAS, 19	 Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse <i>plus probable qu'improbable</i> pour les jours froids) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Baisse pour les fortes précipitations ^a	 Signal de changement incohérent ^b	 Manque d'études, résultats mixtes ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Plateau tibétain TIB, 21	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Éléments insuffisants ^a	 Hausse pour les fortes précipitations ^b	 Éléments insuffisants. Baisse pour le temps sec ^a	 Signal de changement incohérent ^b
Nord de l'Australie NAU, 25	 Hausse <i>probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids). Tendances plus faibles dans le nord-ouest ^a	 Hausse <i>très probable</i> pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Variation spatiale des tendances, qui reflètent principalement des changements de la moyenne pour les pluies ^a	 Hausse pour l'intensité des fortes pluies (soit la valeur de réurrence sur 20 ans actuelle) dans presque toute la région ^a	 Pas de changement significatif pour la sécheresse en Australie (établi à partir des anomalies des précipitations) ^a	 Signal de changement incohérent ^b

Suite à la page suivante →

RT

Tableau RT.6 (suite)

Région Code régional	Tendances des extrêmes de la température diurne (fréquence des jours chauds ou froids)		Tendances des fortes précipitations (pluie, neige)		Tendances des conditions de temps sec et de sécheresse	
	Observations	Projections	Observations	Projections	Observations	Projections
Sud de l'Australie et Nouvelle-Zélande SAU, 26	 Hausse très probable pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^a	 Hausse très probable pour les jours chauds (baisse pour les jours froids) ^b	 Variation spatiale des tendances dans le sud de l'Australie, qui reflètent principalement des changements de la moyenne pour les pluies ^c  Variation spatiale des tendances en Nouvelle-Zélande, qui reflètent principalement des changements de la moyenne pour les pluies ^c	 Hausse pour l'intensité des fortes pluies (soit la valeur de récurrence sur 20 ans actuelle) dans presque toute la région ^d	 Pas de changement significatif pour la sécheresse en Australie (établi à partir des anomalies des précipitations) ^e  Pas de tendance pour la sécheresse en Nouvelle-Zélande (établi à partir d'un modèle de bilan hydrique du sol) depuis 1972 ^e	 Hausse pour la fréquence des sécheresses dans le sud de l'Australie et dans de nombreuses régions en Nouvelle-Zélande ^e

les habitations, à l'exemple des villes et des petits établissements ruraux de l'Arctique. Le changement climatique aura des incidences en particulier sur les communautés de l'Arctique dont l'économie repose sur un petit nombre de secteurs, ce qui limitera le nombre des possibilités d'adaptation. L'amélioration de la navigabilité dans l'Arctique et le développement des réseaux de transport terrestres et fluviaux seront synonymes d'une augmentation des débouchés sur le plan économique. Le changement des conditions de glaces de mer, qui entravera la chasse aux mammifères marins, fait partie des incidences qui pèseront sur l'économie informelle de subsistance. Déjà touchés, les ours polaires seront exposés à la perte de glace annuelle sur les plateaux continentaux, au raccourcissement de la saison des glaces et à la réduction de l'épaisseur de la glace. Dès à présent, certaines communautés autochtones en Alaska subissent des réinstallations forcées en raison de l'accélération de la fonte du pergélisol, de la perte de glaces de mer côtières, de l'élévation du niveau de la mer et de l'augmentation de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (*degré de confiance élevé*). Dans l'Arctique et en Antarctique, des espèces marines changeront d'aire de répartition en réponse à l'évolution des conditions océaniques et des conditions de glaces de mer (*degré de confiance moyen*). Le changement climatique augmentera la vulnérabilité des écosystèmes terrestres à l'invasion d'espèces exotiques (*degré de confiance élevé*). [6.3, 6.5, 28.2 à 28.4]

Petites îles. Les petites îles présentent une grande vulnérabilité aux facteurs de perturbation climatiques et non climatiques (*degré de confiance élevé*). La diversité des caractéristiques physiques et humaines et leur sensibilité aux facteurs déterminants associés au climat conduisent à différents profils de risque et d'adaptation relativement au changement climatique, entre les îles de différentes régions et entre les pays d'une même région. Les risques peuvent découler d'interactions transfrontières, associées par exemple aux problèmes actuels ou futurs que soulèvent la santé ou les invasions d'espèces exotiques. Il est largement admis que l'élévation du niveau de la mer représente une menace découlant du changement climatique pour les zones côtières de faible altitude dans les îles et les atolls. L'élévation du niveau de la mer projetée pour la fin du XXI^e siècle, à laquelle s'ajoutent les phénomènes extrêmes influant également sur ce niveau, présente de graves risques d'inondation et d'érosion pour les zones côtières de faible altitude et les atolls. Les vagues qui s'abattent sur les terres causeront la dégradation des eaux souterraines. La dégradation des écosystèmes des récifs coralliens associée à la hausse de la température de la mer en surface et à l'acidification des océans aura des conséquences néfastes pour les communautés insulaires et leurs modes d'existence, étant donné que ces communautés sont tributaires de ces écosystèmes relativement à la

protection des côtes, à la pêche comme moyen de subsistance et au tourisme. [29.3 à 29.5, 29.9, 30.5, figure 29-1, tableau 29-3, encart ET-RC]

L'océan. Le réchauffement augmentera les risques qui menacent les écosystèmes des océans (*degré de confiance élevé*). Dans les systèmes des limites côtières, les mers semi-fermées et les tourbillons océaniques subtropicaux, les récifs coralliens régressent rapidement en raison de facteurs de perturbation locaux non climatiques (à savoir la pollution côtière ou la surexploitation) et du changement climatique. L'augmentation projetée de vastes phénomènes de blanchissement et de mortalité des coraux aura pour effet de modifier les écosystèmes ou de les faire disparaître, ce qui augmentera les risques qui pèsent sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire dans les zones côtières (*degré de confiance moyen à élevé*). Les projections établies à partir de l'analyse de l'ensemble des simulations CMIP5 montrent qu'il est *très probable* que les récifs coralliens reculeront presque partout dans le monde d'ici 2050, pour un rythme moyen à élevé de réchauffement des océans. Le fait de réduire les facteurs de perturbation non climatique représente un moyen possible de renforcer la résilience écologique. Les systèmes d'efflorescences printanières des latitudes élevées, fortement productifs, dans le nord-est de l'Atlantique, réagissent au réchauffement (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*); les changements les plus importants observés depuis la fin des années 70 touchent la phénologie, la distribution et l'abondance des assemblages de planctons, ainsi que la réorganisation des assemblages ichtyologiques, les conséquences pour la pêche étant multiples (*degré de confiance élevé*). Le réchauffement projeté augmente la probabilité d'une stratification thermique plus marquée dans certaines régions, ce qui peut conduire à une diminution de l'apport en oxygène par ventilation et favoriser la formation des zones hypoxiques, en particulier dans la Baltique et la mer Noire (*degré de confiance moyen*). Les changements que subiront les vents et les vagues à la surface, le niveau de la mer et l'intensité des tempêtes augmenteront la vulnérabilité de secteurs, tels que la navigation, l'énergie et l'extraction minière. Le réchauffement des eaux, en particulier aux latitudes élevées, s'accompagnera probablement de nouveaux débouchés, mais soulèvera aussi des problèmes d'échelle internationale concernant l'accès aux ressources et des questions de vulnérabilité. [5.3, 5.4, 6.4, 28.2, 28.3, 30.3, 30.5, 30.6, tableau 30-1, figures 30-4 et 30-10, encadré 6-1, encarts ET-RC et ET-BM]

Dans un contexte régional, la compréhension des phénomènes extrêmes et de leurs interactions avec le changement climatique revêt une importance particulière en ce qui concerne la gestion des risques. Le tableau RT.6 propose un résumé des tendances observées et projetées pour certains types d'extrêmes de températures et de précipitations.

C: GESTION DES RISQUES FUTURS ET RENFORCEMENT DE LA RÉSILIENCE

La gestion des risques liés au changement climatique exige la prise de décisions d'adaptation et d'atténuation qui auront des conséquences pour les générations futures, l'économie et l'environnement. La figure RT.12 présente une vue d'ensemble des mesures qui peuvent être prises pour gérer les risques liés au changement climatique.

En partant des principes d'une adaptation efficace, on évalue dans la présente section comment les systèmes humains et naturels interconnectés peuvent renforcer leur résilience par l'adaptation, l'atténuation et le développement durable. On y décrit les connaissances portant sur les profils d'évolution qui favorisent la résilience, sur l'adaptation incrémentale par opposition à l'adaptation transformationnelle, et sur les limites de l'adaptation; on y examine aussi les co-avantages, les synergies et les compromis dans le domaine de l'adaptation, l'atténuation et le développement.

C-1. Principes d'une adaptation efficace

Dans le présent rapport sont évaluées toutes sortes de méthodes destinées à réduire et à gérer les risques ainsi qu'à renforcer la résilience. Les stratégies et les méthodes d'adaptation au changement climatique comprennent les efforts déployés pour diminuer la vulnérabilité ou l'exposition et augmenter la résilience ou la capacité d'adaptation. Les méthodes d'atténuation sont évaluées dans la contribution du GTIII au RE5. Le tableau RT.7 présente des exemples particuliers de réponses possibles au changement climatique.

L'adaptation varie selon le lieu et le contexte; il n'existe pas d'approche universelle capable de réduire les risques dans l'ensemble des cas de figure (degré de confiance élevé). Les stratégies efficaces de réduction des risques et d'adaptation prennent en compte les aspects

dynamiques de la vulnérabilité et de l'exposition, ainsi que leurs liens avec les processus socio-économiques, le développement durable et le changement climatique. [2.1, 8.3, 8.4, 13.1, 13.3, 13.4, 15.2, 15.3, 15.5, 16.2, 16.3, 16.5, 17.2, 17.4, 19.6, 21.3, 22.4, 26.8, 26.9, 29.6, 29.8]

La planification et la mise en œuvre de mesures d'adaptation peuvent être renforcées par des actions complémentaires entreprises à tous les niveaux, des individus aux pouvoirs publics (degré de confiance élevé). Les autorités nationales peuvent coordonner les efforts d'adaptation des administrations locales et infranationales, par exemple en protégeant les groupes vulnérables, en appuyant la diversification économique et en fournissant des informations, en élaborant des politiques et des cadres juridiques et en 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*). [2.1 à 2.4, 3.6, 5.5, 8.3, 8.4, 9.3, 9.4, 14.2, 15.2, 15.3, 15.5, 16.2 à 16.5, 17.2, 17.3, 22.4, 24.4, 25.4, 26.8, 26.9, 30.7, tableaux 21-1, 21-5 et 21-6, encadré 16-2]

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). Les stratégies envisageables comprennent des actions accessoirement favorables à la réalisation d'autres objectifs. Available Les stratégies et les actions possibles peuvent contribuer à renforcer les capacités d'adaptation à un large éventail de conditions climatiques futures, tout en aidant à améliorer la santé humaine, les moyens de subsistance, le bien-être social et économique et la qualité de l'environnement. L'amélioration de la protection sociale, l'amélioration de la gouvernance en ce qui concerne la gestion des ressources en eau et des terres, le renforcement des moyens de stockage et des services relatifs aux ressources

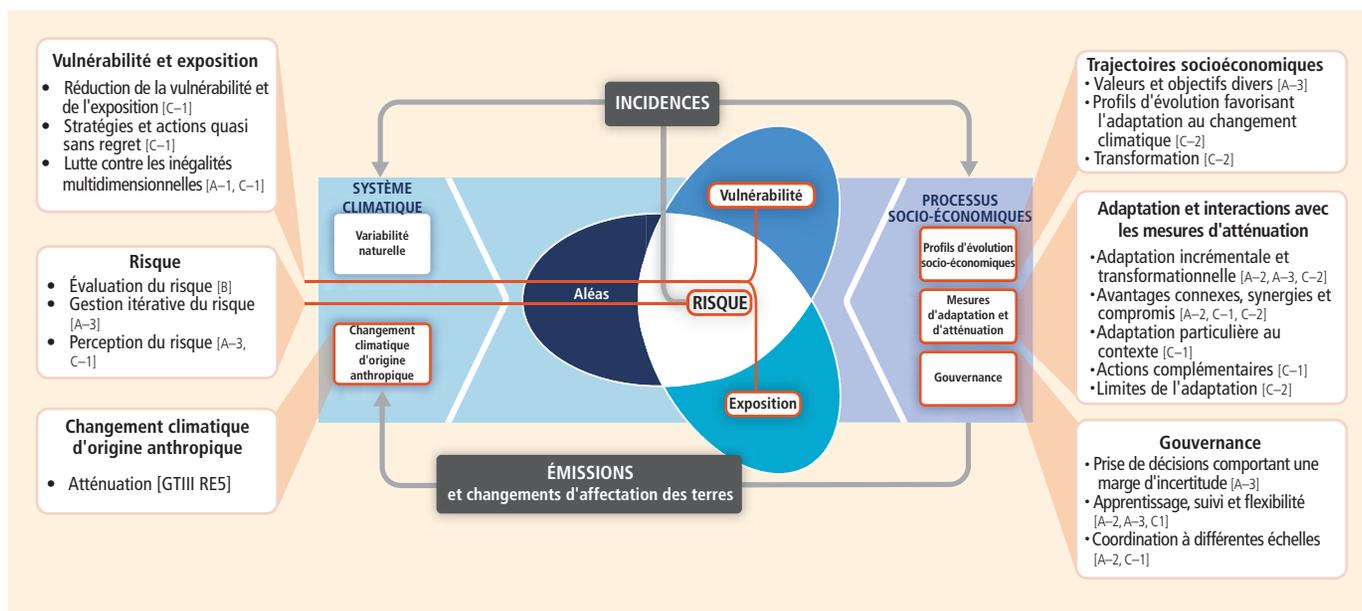


Figure RT.12 | Les solutions et leurs relations. Notions principales utilisées dans la contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation, illustrant les points d'accès et les approches qui se recoupent ainsi que les principales considérations dans la gestion des risques liés au changement climatique, tels qu'ils sont évalués dans le rapport et présentés dans le présent résumé. Les références entre crochets renvoient aux sections du présent résumé et les résultats d'évaluation correspondants.

Tableau RT.7 | Stratégies de gestion des risques liés au changement climatique. Ces stratégies, jugées complémentaires plutôt que mutuellement exclusives, sont souvent mises en œuvre de concert. L'atténuation, jugée essentielle pour la gestion des risques liés au changement climatique, n'est pas traitée dans le présent tableau puisqu'elle constitue l'objet de la contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation. Les exemples du tableau sont présentés sans ordre particulier et peuvent être pertinents pour une ou plusieurs catégories d'activités. [14.2–3; tableau 14–1]

Stratégies complémentaires	Catégories d'activités	Exemples	Références
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Réduction de la vulnérabilité et de l'exposition</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">par le biais de mesures, plans et pratiques de développement, y compris de nombreuses mesures quasi sans regret</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.	8.3, 9.3, 13.1–3, 14.2–3, 22.4
	Lutte contre la pauvreté	Meilleur accès aux ressources locales et contrôle amélioré de ces ressources; accès à la propriété; réduction des risques de catastrophe; filets de sécurité sociale; régimes d'assurance.	8.3–4, 9.3, 13.1–3
	Sécurité des moyens de subsistance	Diversification des revenus, des avoirs et des moyens de subsistance; amélioration des infrastructures; accès à la technologie et aux tribunes de prise de décisions; accroissement du pouvoir de décision; modification des pratiques de culture, d'élevage et d'aquaculture; recours aux réseaux sociaux.	7.5, 9.4, 13.1–3, 22.3–4, 23.4, 26.5, 27.3, 29.6; tableau SM24–7
	Gestion des risques de catastrophe	Systèmes d'alerte précoce; cartographie des risques et de la vulnérabilité; diversification des ressources hydriques; amélioration du drainage; abris contre les cyclones et les inondations; codes et pratiques du bâtiment; gestion des eaux pluviales et des eaux usées; amélioration des transports et des infrastructures routières.	8.2–4, 11.7, 14.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.6, 28.4; encadré 25–1; tableau 3–3
	Gestion des écosystèmes	Préservation des milieux humides et des espaces verts urbains; boisement du littoral; gestion des réservoirs et des bassins hydrographiques; réduction des autres facteurs de stress sur les écosystèmes et de la fragmentation de l'habitat; maintien de la diversité génétique; modification des régimes de perturbation; gestion collective des ressources naturelles.	4.3–4, 8.3, 22.4; tableau 3–3; encadrés 4–3, 8–2, 15–1, 25–8, 25–9 et encart ET-AE
	Aménagement de l'espace ou planification de l'utilisation des terres	Mise à disposition de logements, d'infrastructures et de services adéquats; gestion du développement dans les zones exposées aux inondations et à d'autres risques; programmes de modernisation et de planification urbaines; lois de zonage des sols; servitudes; zones protégées.	4.4, 8.1–4, 22.4, 23.7–8, 27.3; encadré 25–8
	Structurelles/ physiques	Options pour les environnements artificiels et bâtis: Dignes et structures de protection des côtes; digues de protection contre les crues; réservoirs d'eau; drainage amélioré; abris contre les cyclones et les inondations; codes et pratiques du bâtiment; gestion des eaux pluviales et des eaux usées; améliorations des transports et des infrastructures routières; maisons flottantes; adaptation des centrales et des réseaux électriques.	3.5–6, 5.5, 8.2–3, 10.2, 11.7, 23.3, 24.4, 25.7, 26.3, 26.8; encadrés 15–1, 25–1, 25–2 et 25–8
		Options technologiques: Nouvelles variétés de cultures et races d'animaux d'élevage; savoir, technologies et méthodes autochtones, traditionnels et locaux; irrigation efficace; technologies avares en eau; désalinisation; agriculture de conservation; installations d'entreposage et de conservation de la nourriture; cartographie des risques et de la vulnérabilité; systèmes d'alerte précoce; isolation des bâtiments; refroidissement mécanique et passif; développement, transfert et diffusion de la technologie.	7.5, 8.3, 9.4, 10.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.3, 26.5, 27.3, 28.2, 28.4, 29.6–7; encadrés 20–5 et 25–2; tableaux 3–3 et 15–1
		Options basées sur les écosystèmes: Restauration; conservation des sols; boisement et reboisement; protection et plantation des mangroves; infrastructures vertes (arbres d'ombrage, toits verts, etc.); lutte contre la surpêche; cogestion des pêches; migrations et dispersion assistées des espèces; corridors écologiques; banques de semences et de gènes et autres méthodes de conservation <i>ex situ</i> ; gestion collective des ressources naturelles.	4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 15.4, 22.4, 23.6–7, 24.4, 25.6, 27.3, 28.2, 29.7, 30.6; encadrés 15–1, 22–2, 25–9, 26–2 et encart ET-AE
	Institutionnel	Services: Filets de protection sociale; banques alimentaires et distribution des excédents; services municipaux, y compris l'eau et l'assainissement; programmes de vaccination; services de santé publique essentiels; services médicaux d'urgence améliorés.	3.5–6, 8.3, 9.3, 11.7, 11.9, 22.4, 29.6; encadré 13–2
Options économiques: Incitations financières; assurances; obligations-catastrophes; paiement des écoservices; tarification de l'eau afin d'encourager les économies et un usage parcimonieux; microcrédit; fonds de prévoyance en cas de catastrophe, transferts de fonds; partenariats public-privé.		8.3–4, 9.4, 10.7, 11.7, 13.3, 15.4, 17.5, 22.4, 26.7, 27.6, 29.6; encadré 25–7	
Lois et réglementations: Lois de zonage des terres; normes et pratiques du bâtiment; servitudes, accords et règlements concernant l'eau; lois à l'appui de la réduction des risques de catastrophe; lois encourageant la souscription d'assurances; droits de propriété bien définis et sécurité foncière; zones protégées; quotas de pêche; communautés de brevets et transferts de technologies.		4.4, 8.3, 9.3, 10.5, 10.7, 15.2, 15.4, 17.5, 22.4, 23.4, 23.7, 24.4, 25.4, 26.3, 27.3, 30.6; tableau 25–2; encart ET-RC	
Sociales	Politiques et programmes nationaux et gouvernementaux: Plans nationaux et régionaux d'adaptation portant notamment sur l'intégration; plans d'adaptation infranationaux et locaux; diversification économique; programmes de modernisation urbaine; programmes municipaux de gestion de l'eau; préparation aux catastrophes; gestion intégrée des ressources hydriques; gestion intégrée des zones côtières; gestion basée sur les écosystèmes; adaptation au niveau des collectivités.	2.4, 3.6, 4.4, 5.5, 6.4, 7.5, 8.3, 11.7, 15.2–5, 22.4, 23.7, 25.4, 25.8, 26.8–9, 27.3–4, 29.6; encadrés 25–1, 25–2 et 25–9; tableaux 9–2 et 17–1	
	Options éducatives: Sensibilisation et intégration à l'éducation; promotion de l'égalité des sexes dans le domaine de l'éducation; services de vulgarisation; partage des connaissances autochtones, traditionnelles et locales; recherche participative et apprentissage social; partage des connaissances et plateformes d'apprentissage.	8.3–4, 9.4, 11.7, 12.3, 15.2–4, 22.4, 25.4, 28.4, 29.6; tableaux 15–1 et 25–2	
	Options informationnelles: Cartographie des risques et de la vulnérabilité; systèmes d'alerte et d'intervention précoces; suivi systématique et télédétection; services climatologiques; utilisation des observations du climat recueillies par les autochtones; élaboration participative de scénarios; évaluations intégrées.	2.4, 5.5, 8.3–4, 9.4, 11.7, 15.2–4, 22.4, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, 27.3, 28.2, 28.5, 30.6; tableau 25–2; encadré 26–3	
Domaines d'intervention	Options comportementales: Préparation des ménages et planification de l'évacuation; migration; conservation des sols et de l'eau; évacuation des eaux pluviales; diversification des moyens de subsistance; changements des pratiques de culture, d'élevage et d'aquaculture; recours aux réseaux sociaux.	5.5, 7.5, 9.4, 12.4, 22.3–4, 23.4, 23.7, 25.7, 26.5, 27.3, 29.6; tableau SM24–7; encadré 25–5	
	Pratiques: Innovations sociales et techniques; modifications des comportements ou changements institutionnels et d'encadrement conduisant à des changements sensibles des résultats.	8.3, 17.3, 20.5; encadré 25–5	
	Politiques: Décisions et mesures politiques, sociales, culturelles et écologiques conformes aux besoins de réduction de la vulnérabilité et des risques et d'appui à l'adaptation, à l'atténuation et au développement durable.	14.2–3, 20.5, 25.4, 30.7; tableau 14–1	
	Personnels: Théories, croyances, valeurs et visions du monde individuelles et collectives influant sur les réactions face au changement climatique.	14.2–3, 20.5, 25.4; tableau 14–1	

RT

en eau, le renforcement de la participation à la planification et le fait de porter une plus grande attention aux zones urbaines et périurbaines fortement touchées par la migration des pauvres sont autant d'exemples de stratégies d'adaptation qui en outre renforcent les moyens de subsistance, améliorent le développement et réduisent la pauvreté. Voir le tableau RT.7. [3.6, 8.3, 9.4, 14.3, 15.2, 15.3, 17.2, 20.4, 20.6, 22.4, 24.4, 24.5, 25.4, 25.10, 27.3 à 27.5, 29.6, encadrés 25-2 et 25-6]

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 reconnaissance de la diversité des intérêts en jeu, des circonstances, des contextes socioculturels et des attentes peut être utile au processus de prise de décisions. Le fait de savoir que certaines personnes et que certains écosystèmes ne disposent pas des capacités d'adaptation voulues pour résister au changement climatique peut soulever des questions d'éthique en ce qui concerne les décisions et les investissements dans le domaine de l'atténuation. L'analyse économique de l'adaptation tend à ne plus se concentrer sur l'efficacité, les solutions faisant appel aux mécanismes du marché et l'analyse coûts-avantages pour prendre en compte les mesures non pécuniaires et ne faisant pas appel aux mécanismes du marché, les risques, les inégalités, les comportements partiels, les obstacles et les limites et les avantages et les coûts connexes. [2.2 à 2.4, 9.4, 12.3, 13.2, 15.2, 16.2 à 16.4, 16.6, 16.7, 17.2, 17.3, 21.3, 22.4, 24.4, 24.6, 25.4, 25.8, 26.9, 28.2, 28.4, tableau 15-1, encadrés 16-1, 16-4 et 25-7]

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*). Les communautés qui dépendent des ressources naturelles, y compris les populations autochtones, savent depuis longtemps s'adapter aux fortes variations des conditions sociales et environnementales. La pertinence des connaissances locales et traditionnelles des autochtones sera cependant mise à mal par les incidences du changement climatique. 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. [9.4, 12.3, 15.2, 22.4, 24.4, 24.6, 25.8, 28.2, 28.4, tableau 15-1]

L'aide à la décision est plus efficace lorsqu'elle tient compte du contexte et de la diversité des types et des processus de décision et des groupes concernés (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). Les organisations qui mettent en rapport les sciences et la prise de décisions, y compris les services climatologiques, jouent un rôle important dans la communication, le transfert et le développement des connaissances relatives au climat, et notamment dans la médiation, l'engagement et le transfert des connaissances (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). [2.1 à 2.4, 8.4, 14.4, 16.2, 16.3, 16.5, 21.2, 21.3, 21.5, 22.4, encadré 9-4]

L'intégration de l'adaptation dans les processus de planification et de prise de décisions peut favoriser des synergies avec le développement et la réduction des risques de catastrophe (*degré de confiance élevé*). Il serait donc logique que les institutions et les organisations existantes et nouvelles se saisissent d'une forme de pen-

sée prenant en compte le changement climatique. L'adaptation peut engendrer de grands avantages quand elle est réalisée en lien avec les activités de développement et de réduction des risques de catastrophe (*degré de confiance moyen*). [8.3, 9.3, 14.2, 14.6, 15.3, 15.4, 17.2, 20.2, 20.3, 22.4, 24.5, 29.6, encart ET-UR]

Les instruments économiques existants ou nouveaux peuvent faciliter l'adaptation en encourageant les efforts d'anticipation et de réduction des incidences (*degré de confiance moyen*). Ils incluent les partenariats de financement public-privé, les prêts, le paiement pour les écoservices, l'amélioration de la tarification des ressources, les redevances et les subventions, les normes et la réglementation, et les mécanismes de partage et de transfert des risques. Les mécanismes de financement du risque dans les secteurs public et privé — par exemple, l'assurance et la mutualisation — peuvent contribuer à renforcer l'adaptation, mais ils peuvent également avoir un effet dissuasif et provoquer un affaiblissement ou une défaillance des marchés lorsqu'on néglige de porter suffisamment d'attention aux défis majeurs que pose leur conception. Les autorités publiques jouent souvent un rôle important à titre de régulateurs, de prestataires ou d'assureurs de dernier recours. [10.7, 10.9, 13.3, 17.4, 17.5, encadré 25-7]

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. La sous-estimation de la complexité de l'adaptation en tant que processus social peut créer des attentes irréalistes quant aux résultats recherchés. [3.6, 4.4, 5.5, 8.4, 9.4, 13.2, 13.3, 14.2, 14.5, 15.2, 15.3, 15.5, 16.2, 16.3, 16.5, 17.2, 17.3, 22.4, 23.7, 24.5, 25.4, 25.10, 26.8, 26.9, 30.6, tableau 16-3, encadrés 16-1 et 16-3]

Une planification défailante, une importance exagérée accordée aux résultats à court terme ou l'incapacité d'anticiper correctement les conséquences peuvent nuire aux efforts d'adaptation (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Maladaptation Une mauvaise adaptation peut accroître la vulnérabilité ou l'exposition du groupe cible, ou la vulnérabilité d'autres personnes, d'autres lieux ou d'autres secteurs. En tenant compte uniquement des coûts et des avantages quantifiables, on risque de prendre des décisions polarisées à l'encontre des pauvres, des écosystèmes et de tout ce dont la valeur n'est pas prise en compte ou est sous-estimée. Certaines des solutions apportées à court terme aux risques croissants découlant du changement climatique peuvent également limiter les choix futurs. Par exemple, une protection renforcée des biens exposés peut engendrer une dépendance future aux mesures de protection. [5.5, 8.4, 14.6, 15.5, 16.3, 17.2, 17.3, 20.2, 22.4, 24.4, 25.10, 26.8, tableau 14-4, encadré 25-1]

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

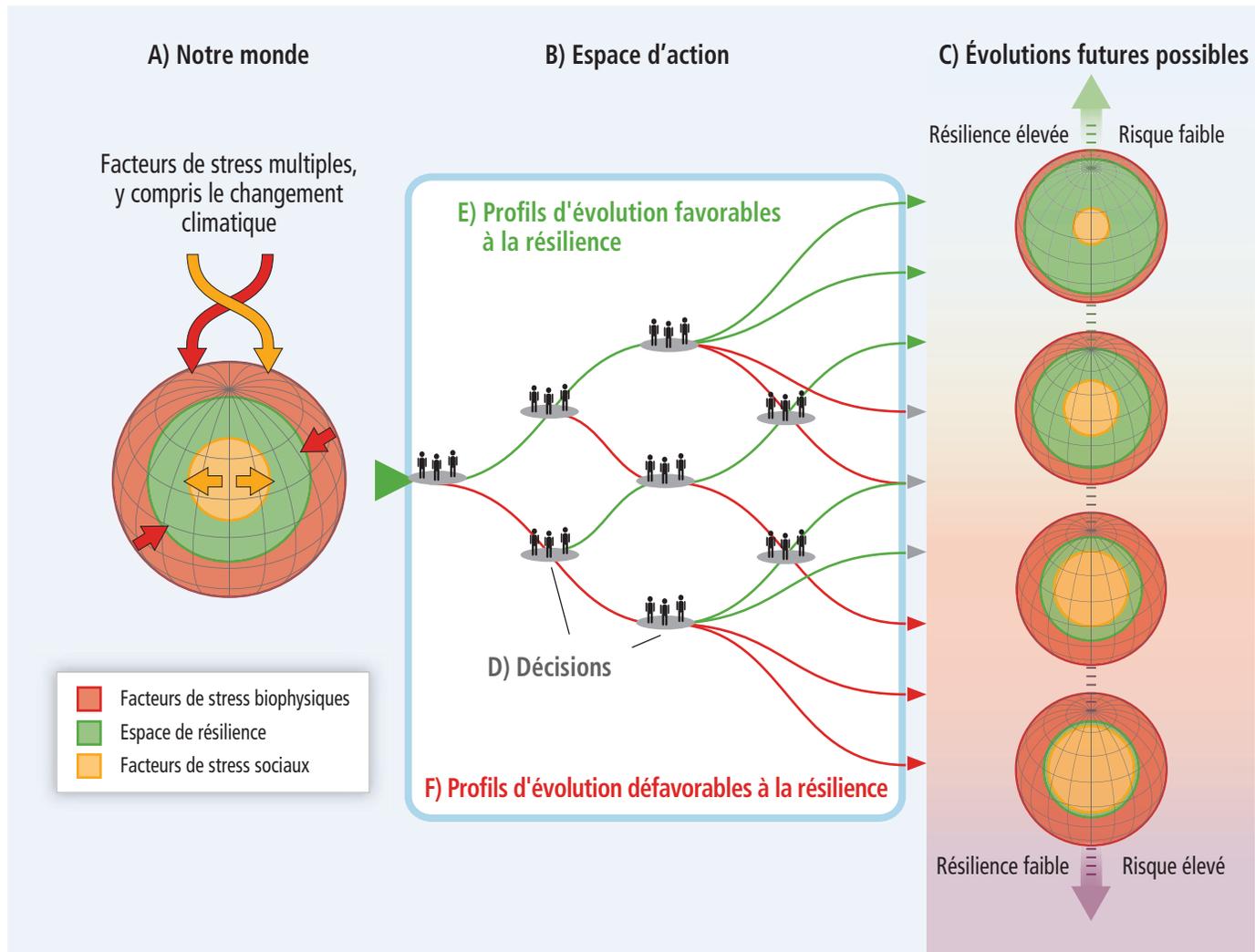


Figure RT.13 | Espace d'action et profils d'évolution favorisant la résilience au changement climatique. A) Notre monde [sections A-1 et B-1] est menacé par de multiples facteurs de stress — représentés ici simplement par les facteurs de stress biophysiques et sociaux — qui affaiblissent la résilience de toutes parts. Les facteurs de stress incluent le changement climatique, la variabilité du climat, les changements d'utilisation des terres, la dégradation des écosystèmes, la pauvreté et les inégalités, et les facteurs culturels. B) L'espace d'action [sections A-2, A-3, B-2, C-1 et C-2] représente les décisions et les profils d'évolution qui ouvrent la voie à un éventail C) de futurs possibles [sections C et B-3] assortis de niveaux différents de résilience et de risque. D) Les décisions conduisent à des actions ou à des refus d'intervenir à l'intérieur de l'espace d'action, et représentent collectivement le processus de gestion des risques liés au changement climatique, ou l'échec à gérer ces risques. E) Les profils d'évolution favorisant la résilience (en vert) dans l'espace d'action conduisent à un monde plus résilient grâce à l'apprentissage itératif, à l'accumulation des connaissances scientifiques, à une adaptation efficace, aux mesures d'adaptation et à d'autres choix qui réduisent les risques. F) Les profils d'évolution défavorables à la résilience (en rouge) peuvent résulter de mesures d'atténuation insuffisantes, d'une mauvaise adaptation, de l'incapacité d'apprendre ou de tirer parti des connaissances, ou d'autres actions qui diminuent la résilience, et qui peuvent influencer d'une manière irréversible sur les futurs possibles. [Figure 1-5]

les investissements que nécessite l'adaptation. Les études qui tentent d'estimer le coût de l'adaptation à l'échelle mondiale se caractérisent par des données, des méthodes et une couverture déficientes (degré de confiance élevé). [14.2, 17.4, tableaux 17-2 et 17-3]

C-2. Transformation et profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique

Les profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique sont des trajectoires de développement durable qui conjuguent l'adaptation et l'atténuation pour réduire le changement climatique et ses incidences. Ils comprennent des processus itératifs qui assurent la mise en œuvre et le maintien de mesures efficaces de gestion des risques. Voir la figure RT.13. [2.5, 20.3, 20.4]

Les perspectives de développement durable entrouvertes par les profils d'évolution favorisant la résilience dépendent fon-

damentalement des résultats que peuvent permettre d'obtenir les mesures d'atténuation mises en œuvre à l'échelle mondiale (degré de confiance élevé). Comme l'atténuation réduit à la fois la vitesse et l'ampleur du réchauffement, elle pourrait permettre d'augmenter — peut-être de plusieurs décennies — le temps disponible pour l'adaptation à un niveau donné de changement climatique. Par contre, tout retard dans la mise en œuvre des mesures d'atténuation risque de réduire les choix possibles de profils d'évolution favorables à la résilience dans le futur. [1.1, 19.7, 20.2, 20.3, 20.6, figure 1-5]

Une augmentation de la vitesse et de l'ampleur du changement climatique augmente la probabilité d'un dépassement des limites de l'adaptation (degré de confiance élevé). Voir l'encadré RT.8. Ces limites apparaissent lorsque les mesures d'adaptation requises pour éviter des risques intolérables au vu des objectifs des intervenants ou des besoins d'un système ne sont pas envisageables ou ne sont pas disponibles dans l'immédiat. L'évaluation de ce qui peut être considéré comme un risque intolérable peut varier. Les limites à

l'adaptation résultent des interactions du changement climatique et des contraintes biophysiques ou socio-économiques. Les occasions de tirer avantage des synergies positives entre l'adaptation et l'atténuation risquent de s'amenuiser au fil du temps, en particulier si les limites de l'adaptation sont dépassées. Dans certaines régions du monde, une gestion défaillante des incidences émergentes sape d'ores et déjà les fondements du développement durable. [1.1, 11.8, 13.4, 16.2 à 16.7, 17.2, 20.2, 20.3, 20.5, 20.6, 25.10, 26.5, encadrés 16-1, 16-3 et 16-4]

Une transformation des décisions et actions économiques, sociales, technologiques et politiques peut créer les conditions propices à l'adoption de profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique (*degré de confiance élevé*). Le tableau RT.7 présente des exemples concrets. Voir aussi l'encadré RT.8. On peut 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. À titre d'exemple, la mise en place de nouvelles technologies ou pratiques, la création de nouveaux systèmes ou structures de gouvernance, ou des changements de types d'activités ou de lieux où ces activités prennent place peuvent correspondre à des transformations à envisager en réponse au changement climatique. L'échelle et l'ampleur des mesures d'adaptation transformationnelle sont fonction des processus d'atténuation et de développement. Il importe d'envisager, dans les décisions à longue échéance ou portant sur des cycles de vie relativement longs, l'adaptation transformationnelle qui peut constituer une réponse aux limites de l'adaptation. À l'échelle nationale, la transformation est jugée plus efficace lorsqu'elle reflète les perspectives et les démarches propres à un pays pour parvenir à un développement durable en accord avec ses circonstances particulières et ses priorités. On considère que l'apprentissage itératif, les processus délibératifs et l'innovation sont propices aux transformations conduisant à une plus grande pérennité. Les débats sociétaux sur les nombreux aspects des transformations peuvent engendrer des exigences nouvelles et accrues que les structures de gouver-

Encadré RT.8 | Limites de l'adaptation et transformation

Par l'adaptation, il est possible d'élargir la capacité des systèmes naturels et humains à faire face à l'évolution du climat. Pour évaluer les limites éventuelles que présente l'adaptation, il est possible de faire appel à la prise de décisions fondée sur le risque. Ces limites apparaissent lorsque les mesures d'adaptation requises pour éviter des risques intolérables au vu des objectifs des intervenants ou des besoins d'un système ne sont pas envisageables ou ne sont pas disponibles dans l'immédiat. Les limites de l'adaptation sont propres au contexte et étroitement associées aux normes culturelles et aux valeurs sociétales. L'évaluation de ce qui peut être considéré comme un risque intolérable peut varier suivant les acteurs, mais il est possible de fixer ces limites en se basant sur les enseignements du passé ou alors en anticipant les incidences, la vulnérabilité et l'adaptation associées aux différents scénarios de changement climatique. Plus l'ampleur ou le rythme du changement climatique grandit, plus il est probable que les possibilités d'adaptation seront limitées. [16.2 à 16.4, 20.5, 20.6, 22.4, 25.4, 25.10, encadré 16-2]

Les limites de l'adaptation peuvent aussi être fonction de jugements de valeur que partagent les acteurs de la société et qui peuvent influencer sur la perception à la fois de la nécessité d'adaptation et du caractère approprié des différentes politiques et mesures. Ces limites indiquent nécessairement qu'il n'est plus possible d'éviter des risques intolérables et des risques accrus de pertes et dommages. Cependant, compte tenu de la dynamique des systèmes sociaux et écologiques, elles peuvent être strictes ou souples. Elles sont souples quand on peut entrevoir la possibilité de les modifier à l'avenir, grâce par exemple à l'apparition de nouvelles technologies ou à une évolution des législations, des institutions ou des valeurs. Elles sont strictes par contre lorsqu'on ne peut raisonnablement espérer éviter des risques intolérables. De récentes études sur les points de bascule, les principales vulnérabilités et les limites de la planète fournissent quelques indications sur le comportement des systèmes complexes. [16.2 à 16.7, 25.10]

Quand les limites de l'adaptation ont été dépassées, les pertes et dommages peuvent augmenter et les objectifs de certains acteurs peuvent ne plus être réalisables. L'adaptation transformationnelle peut alors se révéler nécessaire, à savoir une adaptation qui modifie les attributs fondamentaux d'un système en réponse aux conséquences actuelles et projetées du changement climatique. Il peut ainsi falloir faire appel à des adaptations à plus grande échelle ou de plus grande intensité qu'auparavant, à des adaptations au caractère nouveau pour les régions ou les systèmes concernés, ou à des adaptations qui transforment les lieux ou conduisent à des changements de types d'activités ou de lieux où ces activités prennent place. [16.2 à 16.4, 20.3, 20.5, 22.4, 25.10, encadrés 25-1 et 25-9]

Compte tenu de l'existence des limites de l'adaptation, il peut être nécessaire de recourir à de véritables transformations pour parvenir au développement durable dans le contexte d'un climat en évolution; il ne s'agit pas seulement de s'adapter aux incidences du changement climatique, mais aussi de modifier les systèmes et les structures, les relations économiques et sociales et les opinions et les comportements qui contribuent au changement climatique et à la vulnérabilité de la société. Toutefois, tout comme certaines mesures d'adaptation s'assortissent de conséquences éthiques, on est en droit de se préoccuper de l'équité et des dimensions éthiques d'une transformation. Au sein de la société, les débats portant sur les risques découlant de transformations imposées et induites, par opposition à des transitions délibérées visant la pérennité, peuvent engendrer des exigences nouvelles et accrues que les structures de gouvernance à de multiples niveaux doivent prendre en compte pour éliminer les divergences d'objectifs et de perspectives d'avenir. [1.1, 16.2 à 16.7, 20.5, 25.10]

nance doivent prendre en compte. [1.1, 2.1, 2.5, 8.4, 14.1, 14.3, 16.2 à 16.7, 20.5, 22.4, 25.4, 25.10, figure 1-5, encadrés 16-1 et 16-4]

Exemples de co-avantages, de synergies et de compromis dans le domaine de l'adaptation, l'atténuation et le développement

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). On en trouve des illustrations dans les exemples qui suivent.

- 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

Tableau RT.8 | Exemples d'interactions intrarégionales entre l'adaptation, l'atténuation et le développement durable.

Infrastructure verte et toitures végétalisées	
Objectifs	Gestion des eaux pluviales, adaptation à la hausse des températures, économie d'énergie, régénération urbaine
Domaines d'application	Infrastructures, consommation d'énergie, gestion de l'eau
Aperçu	Avantages éventuels: réduction des eaux de ruissellement et de l'effet d'îlot de chaleur urbain, amélioration du rendement énergétique des immeubles, réduction du bruit et de la pollution atmosphérique, amélioration de la santé, gain d'agrément, valorisation des biens et investissements provenant de l'étranger. Des solutions de compromis peuvent se révéler nécessaires entre une densification urbaine visant l'amélioration du rendement énergétique et des espaces non bâtis nécessaires à la création d'une infrastructure verte. [8.3.3, 11.7.4, 23.7.4, 24.6, tableaux 11-3 et 25-5]
Exemples d'interactions	<p>Londres: La trame verte dans l'est de Londres a pour but de créer un réseau d'espaces libres à des fins multiples pour assurer la régénération de la zone urbaine. Il s'agit de favoriser la circulation de la population entre différents lieux, d'absorber et de stocker l'eau, de rafraîchir le voisinage et de fournir une mosaïque d'habitats à la faune et à la flore sauvages. [8.3.3]</p> <p>New York: En prévision d'épisodes de fortes pluies plus intenses, la ville recourt à l'infrastructure verte pour recueillir les pluies avant qu'elles ne saturent les réseaux de tout-à-l'égout, elle met en place des toitures végétalisées et surélèvent les chaudières et d'autres équipements au-dessus du niveau du sol. [8.3.3, 26.3.3, 26.8.4]</p> <p>Singapour: La ville a élaboré plusieurs plans et projets pour renforcer l'infrastructure verte, notamment son plan directeur des espaces verts dans le paysage urbain, a construit des zones humides et des réseaux de drainage ou encore des jardins publics. En application de son projet de végétalisation des immeubles, la ville apporte des subventions et un savoir-faire aux initiatives de végétalisation des toitures et des façades. [8.3.3]</p> <p>Durban: Un pan de la stratégie de la ville en faveur de l'adaptation au changement climatique comprend des mesures relatives aux écosystèmes. La méthode vise à acquérir des connaissances approfondies sur l'écologie des écosystèmes indigènes et de trouver comment la biodiversité et les écoservices peuvent réduire la vulnérabilité des écosystèmes et des populations. Selon le programme communautaire de reboisement, qui en est un exemple, les communautés produisent de jeunes plants d'espèces indigènes destinés au reboisement raisonné de zones forestières. Pour élaborer ces mesures d'adaptation fondées sur les écosystèmes, Durban s'est appuyée sur d'indispensables connaissances et données locales, ce qui lui a permis d'améliorer les zones protégées existantes, les pratiques d'aménagement du territoire et les initiatives locales, en</p>
Gestion des ressources en eau	
Objectifs	Gestion des ressources en eau tenant compte des multiples facteurs de perturbation dans un climat en évolution
Domaines d'application	Usage de l'eau, production et consommation d'énergie, biodiversité, piégeage du carbone, production de biocarburants, production alimentaire
Aperçu	Dans le contexte du changement climatique, la gestion des ressources en eau peut comprendre des démarches écosystémiques (ex.: gestion ou restauration des bassins versants, services de régulation des crues et réduction de l'érosion et de l'alluvionnement), des démarches basées sur l'approvisionnement (ex.: barrages, réservoirs, pompage et recharge des nappes souterraines et capture) et des démarches basées sur la demande (ex.: usage plus rationnel des eaux grâce au recyclage, modernisation de l'infrastructure, conception sensible à l'usage de l'eau ou allocation plus rationnelle). L'eau peut nécessiter de grandes quantités d'énergie: pompage, transport, distribution, traitement. [3.7.2, 26.3, tableaux 9-8 et 25-5, encarts ET-AÉ et ET-EE]
Exemples d'interactions	<p>New York: La ville dispose d'un programme bien en place pour protéger et améliorer son approvisionnement en eau, fondé sur la protection des bassins versants. En vertu du programme de protection des bassins versants, elle possède des terres qu'elle laisse à l'état naturel et coordonne avec les propriétaires fonciers et les communautés un programme équilibré de protection de la qualité de l'eau, de développement économique local et d'amélioration du traitement des eaux usées. La municipalité fait savoir qu'il s'agit pour New York du choix le plus rentable par rapport au prix et aux impacts sur l'environnement d'une installation de filtration. [8.3.3, encadré 26-3]</p> <p>Le Cap: Éprouvant des difficultés à garantir l'approvisionnement futur, la ville a financé des études sur la gestion des ressources en eau qui ont montré qu'il fallait incorporer au stade de la planification les incidences du changement climatique et celles de la croissance démographique et économique. Au cours de la sécheresse de 2005, les autorités locales ont augmenté les tarifs de l'eau afin d'en promouvoir l'usage rationnel. D'autres mesures complémentaires sont possibles: restriction, réutilisation d'eaux ménagères, éducation des consommateurs ou solutions technologiques, notamment les systèmes à faible débit ou les chasses d'eau à double décharge. [8.3.3]</p> <p>Capitales australiennes: Un pan de la stratégie de la ville en faveur de l'adaptation au changement climatique comprend des mesures relatives aux écosystèmes. La méthode vise à acquérir des connaissances approfondies sur l'écologie des écosystèmes indigènes et de trouver comment la biodiversité et les écoservices peuvent réduire la vulnérabilité des écosystèmes et des populations. Selon le programme communautaire de reboisement, qui en est un exemple, les communautés produisent de jeunes plants d'espèces indigènes destinés au reboisement raisonné de zones forestières. Pour élaborer ces mesures d'adaptation fondées sur les écosystèmes, Durban s'est appuyée sur d'indispensables connaissances et données locales, ce qui lui a permis d'améliorer les zones protégées existantes, les pratiques d'aménagement du territoire et les initiatives locales, en contribuant à la création d'emplois, d'entreprises et de compétences. [8.3.3, encadré 8-2]</p>
Paiement pour les écoservices et cadre fiscal écologique	
Objectifs	Gestion incorporant le coût des répercussions sur l'environnement et les avantages qu'apportent les écoservices
Domaines d'application	Biodiversité, écoservices
Aperçu	Le paiement pour les écoservices correspond à une stratégie basée sur les principes du marché qui vise à protéger les zones naturelles ainsi que les moyens de subsistance et les écoservices qui y sont associés, en élaborant des outils d'incitations financières en faveur de la préservation. Les programmes de paiement pour les écoservices mettant l'accent sur l'atténuation sont courants et des éléments montrent que certains programmes mettant l'accent sur l'adaptation apparaissent. Les stratégies de paiement pour les écoservices peuvent se révéler complexes à élaborer quand les services sont difficiles à définir ou leur valeur, difficile à estimer. [17.5.2, 27.6.2]
Exemples d'interactions	<p>Amérique centrale et Amérique du Sud: Différents programmes de paiement pour les écoservices ont été mis en œuvre en Amérique centrale et en Amérique du Sud. À titre d'exemple, des programmes d'échelle nationale sont en place au Costa Rica et au Guatemala depuis 1997 et en Equateur depuis 2008. De tels exemples ont montré jusqu'à ce jour que le paiement pour les écoservices peut permettre de financer la conservation, la restauration des écosystèmes et le reboisement, une amélioration des pratiques en matière d'utilisation des terres, les mesures d'atténuation et plus récemment les mesures d'adaptation. Un système selon lequel tous les bénéficiaires perçoivent un paiement uniforme peut se révéler inefficace si, par exemple, ceux qui mettent en avant des gains environnementaux plus importants ne perçoivent que le paiement généralement pratiqué. [17.5.2, 27.3.2, 27.6.2, tableau 27-8]</p> <p>Bésil: Le pays dispose d'un système de financement des municipalités lié à la qualité de la gestion des écosystèmes qui constitue une forme de transfert de recettes important pour le financement des mesures d'adaptation à l'échelle locale. Les gouvernements des États perçoivent une taxe sur la valeur ajoutée qu'ils redistribuent aux municipalités et certains États concèdent des recettes en se fondant en partie sur les superficies réservées par les municipalités à des zones protégées. Ce mécanisme contribue à l'amélioration de la gestion de l'environnement et à l'augmentation du nombre de zones protégées. Il permet aussi d'améliorer l'acceptation des zones protégées par les populations aux alentours, puisque ces zones sont perçues comme un apport supplémentaire de recettes par opposition à un obstacle au développement. Le mécanisme faisant appel aux institutions et aux procédures administratives existantes, son coût de mise en œuvre demeure faible. [8.4.3, encadré 8-4]</p>

Tableau RT.8 (suite)

Énergie renouvelable	
Objectif premier	Production d'énergie renouvelable et réduction des émissions
Domaines d'application	Biodiversité, agriculture, sécurité alimentaire
Aperçu	Pouvant nécessiter de grandes superficies ou d'importantes ressources en eau, la production d'énergie renouvelable peut engendrer des interactions aussi bien positives que négatives entre les stratégies d'atténuation et la gestion des terres. [4.4.4, 13.3.1, 19.3.2, 19.4.1, encart ET-EE]
Exemples d'interactions	<p>Amérique centrale et Amérique du Sud: Dans des pays comme le Brésil, les ressources renouvelables, en particulier l'énergie hydroélectrique et les biocarburants, constituent une fraction importante de la production d'énergie. Quant les cultures bioénergétiques et les cultures vivrières se disputent les mêmes terres, les compromis à trouver peuvent être de taille. Les changements d'affectation des terres en faveur de la production de bioénergie peuvent avoir des effets néfastes sur les cultures vivrières, la biodiversité et les écosystèmes. Les biocarburants de deuxième génération tirés de la lignocellulose, comme la bagasse de canne à sucre, n'entrent pas en compétition avec l'alimentation. [19.3.2, 27.3.6, 27.6.1, tableau 27-6]</p> <p>Australie et Nouvelle-Zélande: Les objectifs à atteindre impérativement en matière d'énergie renouvelable, assortis de mesures d'incitation, concourent à augmenter la production de biocarburants et le piégeage biologique du carbone, avec les incidences que cela peut avoir sur la biodiversité en fonction du type de mise en œuvre. Des avantages peuvent en découler comme la réduction de l'érosion, de nouveaux habitats et une connectivité améliorée, mais aussi des risques, notamment celui de ne pas saisir les bonnes occasions, quand des monocultures remplacent à grande échelle des paysages variés. Les changements d'affectation des terres à grande échelle peuvent avoir des répercussions complexes sur les apports des bassins versants et le climat à l'échelle d'une région. De nouvelles cultures notamment celles de mallees ou d'autres espèces d'eucalyptus peuvent apporter de multiples avantages, en particulier dans les régions marginales, en remplacement des combustibles fossiles ou pour le piégeage du carbone, elles sont source de revenus pour les propriétaires terriens (huiles essentielles, charbon de bois, biochar, biocarburants) et fournissent des écoservices. [tableau 25-7, encadré 25-10]</p>
Réduction des risques de catastrophe et adaptation aux phénomènes climatiques extrêmes	
Objectif premier	Amélioration de la résilience aux phénomènes météorologiques extrêmes dans un climat en évolution
Domaines d'application	Infrastructure, consommation d'énergie, planification de l'espace
Aperçu	Face aux phénomènes extrêmes et aux catastrophes liés au climat, les activités de préparation et d'intervention s'accompagnent de synergies et de compromis entre les mesures relevant du développement durable, de l'adaptation et de l'atténuation. [13.2 à 13.4, 20.3, 20.4]
Exemples d'interactions	<p>Philippines: La fédération nationale des sans-abri a mis au point des activités d'intervention en cas de catastrophe: recueillir des données au sein de la communauté (ex.: évaluer l'ampleur des destructions et les besoins immédiats des victimes); faciliter le dialogue et renforcer la confiance; mettre en œuvre des programmes d'épargne; enregistrer les organisations communautaires; déterminer les besoins en matière d'intervention (ex.: prêts destinés à l'acquisition de matériaux de construction). Les enquêtes auprès des communautés ont permis de localiser les habitants particulièrement exposés dans des établissements humains informels, de les sensibiliser aux risques et de renforcer la participation des communautés dans la planification de systèmes de réduction des risques et d'alerte précoce. [8.3.2, 8.4.2]</p> <p>Londres: Dans la ville, les caractéristiques thermiques des logements et des diverses formes de constructions influent davantage sur la température à l'intérieur, durant les vagues de chaleur, que l'effet d'îlot de chaleur urbain. Par ailleurs, divers modes de conception passive, tels que les stores, les masses thermiques, ou la maîtrise de la ventilation, font partie des mesures efficaces en matière d'adaptation. Les habitations passives bénéficient d'une ventilation naturelle et d'une bonne isolation, et permettent en outre de réduire les émissions des ménages. À titre d'exemple, le quartier à zéro énergie fossile de Beddington (BedZED) a été conçu pour réduire ou éliminer la demande en chauffage, climatisation et ventilation pour une grande partie de l'année. [8.3.3, 11.7.4]</p> <p>États-Unis d'Amérique: Dans le pays, des fonds post-catastrophes destinés à compenser les pertes viennent s'ajouter aux financements de la récupération suite aux catastrophes. Ils peuvent servir par exemple à racheter des propriétés exposées aux crues ayant subi des pertes à plusieurs occasions et à réinstaller les habitants en des lieux plus sûrs, à relever des structures, à aider des communautés à acheter des propriétés et à modifier les modes d'utilisation des terres dans les zones exposées aux inondations, ou encore à entreprendre d'autres activités conçues pour atténuer les conséquences de catastrophes futures. [14.3.3]</p>



en eau et en énergie, de l'utilisation des terres et de la biodiversité. Or, les outils qui permettraient de mieux comprendre et gérer ces interactions restent limités (*degré de confiance très élevé*). Voir l'encadré RT.9. En opérant de vastes transformations dans les écosystèmes terrestres pour atténuer le changement climatique, notamment la séquestration du carbone par la plantation d'espèces d'arbres à croissance rapide dans des écosystèmes où elles constituent des espèces exotiques, ou la conversion de terres en friche ou non dégradées en plantations bioénergétiques, on risque d'engendrer des incidences néfastes sur les écosystèmes et la diversité biologique (*degré de confiance élevé*). [3.7, 4.2 à 4.4, 22.6, 24.6, 25.7, 25.9, 27.3, encadré 25-10 et encart ET-EE]

- Des politiques relatives au climat, qui consisteraient notamment à augmenter la part de l'énergie provenant de sources renouvelables, à encourager les cultures bioénergétiques ou à faciliter les paiements en vertu du mécanisme REDD+, auront dans certaines régions rurales des effets à la fois positifs (ex.: amélioration des possibilités d'emploi) et négatifs (ex.: changements d'affectation des terres, augmentation de la raréfaction du capital naturel) (*degré de confiance moyen*). Ces incidences secondaires et compromis entre atténuation et adaptation dans les zones rurales ont des répercussions sur la gouvernance, y compris les avantages découlant du fait de favoriser la participation des intervenants du monde rural. Les mesures d'atténuation, conçues pour fournir des co-avantages sociaux, tels le mécanisme de développement propre (MDP) et le mécanisme REDD+, n'ont eu que des effets limités ou aucun effet sur la réduction de la pauvreté et le développement durable (*degré de confiance moyen*). Les efforts d'atténuation prônant les acquisitions foncières à des fins de production bioénergétique s'accompagnent de premières

conséquences négatives pour les pauvres dans de nombreux pays en développement, et en particulier pour les peuples autochtones et les petits exploitants (notamment les femmes). [9.3, 13.3, 22.6]

- Les écosystèmes des mangroves, des herbiers et des marais salants ont leur importance en matière de stockage et de piégeage du carbone (*éléments limités, degré de cohérence moyen*), en plus des écoservices qu'ils rendent, par exemple en protégeant les côtes contre l'érosion et les dommages causés par les tempêtes ou en hébergeant des poissons de pêcheries. En ce qui concerne l'atténuation et l'adaptation relatives à l'océan, dans le contexte du réchauffement et de l'acidification anthropiques des océans, les cadres internationaux offrent la possibilité de résoudre les problèmes collectivement, par exemple en gérant les pêcheries ou en prenant des mesures en prévention des phénomènes extrêmes, par-delà les frontières nationales. [5.4, 25.6, 30.6, 30.7]
- Les méthodes de géo-ingénierie, qui consistent à manipuler les océans pour améliorer la situation relative au changement climatique (ex.: la fertilisation par éléments nutritifs, la fixation du CO₂ par alcalinisation ou l'injection directe de CO₂ dans les grands fonds marins) s'accompagnent d'énormes conséquences environnementales et socio-économiques connexes (*degré de confiance élevé*). D'autres méthodes envisageables, mettant l'accent sur la gestion de l'énergie solaire, n'ont aucun effet sur l'acidification des océans, car elles ne peuvent atténuer l'augmentation des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. [6.4]
- Certaines pratiques agricoles peuvent réduire les émissions tout en augmentant la résilience des cultures à la variabilité des températures et des précipitations (*degré de confiance élevé*). [23.8, tableau 25-7]

Encadré RT.9 | La corrélation eau – énergie – alimentation

L'eau, l'énergie et les aliments, le fourrage et les fibres sont liés par de nombreuses interactions exposées à l'influence du changement climatique (figure 1 de l'encadré RT.9). [encart ET-EE] La consistance et l'intensité de ces relations varient énormément entre les pays, les régions et les systèmes de production. Bon nombre de sources d'énergie nécessitent d'importantes quantités d'eau et produisent de vastes quantités d'eaux usées dont le traitement requiert de l'énergie. [3.7, 7.3, 10.2, 10.3, 22.3, 25.7, encart ET-EE]. La production, la réfrigération, le transport et le traitement des aliments exigent aussi à la fois de l'énergie et de l'eau. Compte tenu de la sensibilité des précipitations, de la température et des rendements agricoles au changement climatique, la concurrence de la bioénergie et de la production alimentaire par rapport aux terres et à l'eau constitue une interaction de premier plan entre l'alimentation et l'énergie. (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). [7.3, encadré 25-10 et encart ET-EE]

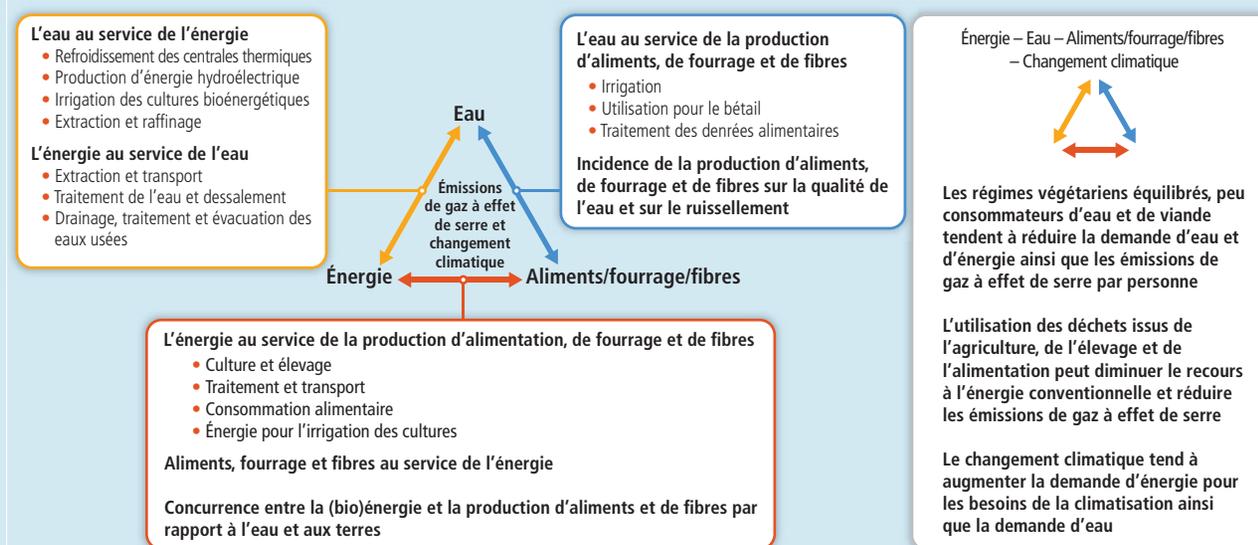


Figure 1 de l'encadré RT.9 | La corrélation eau – énergie – alimentation, dans son rapport avec le changement climatique, avec ce que cela signifie pour les stratégies d'adaptation et d'atténuation. [figure WE-1, encart ET-EE]

La plupart des méthodes de production d'énergie nécessitent de grandes quantités d'eau, soit directement (ex.: cultures énergétiques et houille blanche) soit indirectement (ex.: refroidissement des sources d'énergie thermiques ou d'autres processus) (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). [10.2, 10.3, 25.7, encart ET-EE] L'eau est indispensable aux opérations d'extraction, de traitement et d'élimination des résidus des combustibles fossiles ou de leurs sous-produits. [25.7] La quantité d'eau destinée à la production énergétique représente actuellement un faible pourcentage des prélèvements en eau douce dans la plupart des pays en développement, mais peut dépasser 50 % dans certains pays développés. [encart ET-EE] À l'avenir, les besoins seront fonction de la croissance de la demande d'électricité, de la palette des techniques de production dont on disposera et des stratégies mises en place pour la gestion des ressources en eau (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*). Le changement climatique aura des répercussions sur l'eau dont la production d'énergie peut disposer (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). [3.4, 3.5, encart ET-EE]

L'énergie est indispensable à l'approvisionnement en eau et au traitement de l'eau. L'eau peut nécessiter de grandes quantités d'énergie: pour son pompage (notamment puisqu'on continue d'épuiser les aquifères), pour son transport et la distribution, ainsi que pour son traitement, soit pour l'utiliser soit pour la dépolluer. Les eaux usées et aussi les excédents d'eau de pluie dans les villes exigent de l'énergie pour leur traitement et leur élimination. Certaines sources d'eau non conventionnelle (eaux usées ou eau de mer) sont souvent très consommatrices d'énergie. [tableau 25-7, encadré 25-2] Selon les sources, l'intensité énergétique par mètre cube d'eau peut varier de 1 à 10, si l'on compare par exemple de l'eau potable produite localement à partir de sources souterraines ou en surface à de l'eau de mer dessalée. [encadrés 25-2 et encart ET-EE] L'utilisation d'eau souterraine est en général plus consommatrice d'énergie que l'utilisation d'eau de surface. [encart ET-EE]

Suite à la page suivante →

Encadré RT.9 (suite)

Les liens entre l'eau, l'énergie, l'alimentation, le fourrage et les fibres, et le climat sont souvent associés à l'utilisation et à la gestion des terres, notamment le boisement, qui peuvent avoir un effet sur l'eau ainsi que sur d'autres écoservices, sur le climat et sur les cycles hydriques (*éléments robustes, degré de cohérence élevé*). La dégradation des terres réduit souvent les rendements énergétiques associés à l'utilisation de l'eau et de l'énergie (ex.: en raison de l'utilisation accrue d'engrais et du ruissellement en surface), et beaucoup de ces interactions peuvent compromettre la sécurité alimentaire. Par ailleurs, les activités de boisement destinées au piégeage du carbone présentent d'importants avantages connexes, puisqu'elles réduisent l'érosion du sol et fournissent un supplément d'habitat (même si celui-ci est temporaire); elles peuvent cependant réduire les ressources en eau renouvelables. [3.7, 4.4, encadré 25-10 et encart ET-EE]

Il y a lieu de prendre en compte ces interactions entre énergie, alimentation, fourrage et fibres, eau, utilisation des terres et changement climatique, en raison de leurs répercussions sur la sécurité des approvisionnements en énergie, en eau et en alimentation, sur les trajectoires d'adaptation et d'atténuation, sur la réduction de la pollution atmosphérique et sur la santé et l'économie. On admet de plus en plus que ces interactions sont cruciales en ce qui concerne les décisions à prendre au sujet des profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique (*éléments moyens, degré de cohérence élevé*), bien que les outils d'aide à l'évaluation et à la décision dont on dispose à l'échelle locale et régionale demeurent très limités.

- De nombreuses solutions visant à réduire la consommation d'énergie et d'eau dans les zones urbaines, et s'accompagnant de co-avantages pour l'adaptation au changement climatique (ex.: re-vertissement des villes et recyclage de l'eau) sont déjà en cours de mise en œuvre (*degré de confiance élevé*). Les systèmes de transport qui prônent les modes de transport actifs et la réduction de l'utilisation de véhicules motorisés peuvent améliorer la qualité de l'air et augmenter l'activité physique (*degré de confiance moyen*). [11.9, 23.8, 24.4, 26.3, 26.8, encadrés 25-2 et 25-9]
- En améliorant l'efficacité énergétique et en rendant les sources d'énergie moins polluantes, il est possible de réduire les émissions de polluants atmosphériques dangereux pour la santé et qui modifient le climat (*degré de confiance très élevé*). [11.9, 23.8]
- En Afrique, selon l'expérience qui consiste à mettre en place des mesures intégrées en matière d'adaptation et d'atténuation, représentant des leviers de développement, les agriculteurs et les communautés locales sont appelés à contribuer aux systèmes de compensation du carbone, à l'utilisation accrue de l'agroforesterie et à une augmentation de la régénération de la forêt (*degré de confiance élevé*). [22.4, 22.6]
- En Asie, l'application des principes de développement durable aux villes, qui prônent une baisse de l'utilisation de véhicules utilisant des combustibles fossiles pour leur propulsion et une augmentation des arbres et des espaces verts, s'accompagnerait de plusieurs co-avantages, notamment une amélioration de la santé publique (*degré de confiance élevé*). [24.4 à 24.7]
- En Australasie, les effets transfrontaliers découlant des incidences du changement climatique et des mesures prises en réaction à ces incidences en dehors de la région pourraient faire plus que compenser les incidences directes sur la région, en particulier les incidences économiques sur des secteurs fortement axés sur le commerce comme l'agriculture (*degré de confiance moyen*) et le tourisme (*éléments limités, degré de cohérence élevé*), mais ils ne sont que très peu mis à l'étude. [25.7, 25.9, encadré 25-10]
- En Amérique du Nord, il serait possible d'adapter, sans frais ou à moindre coût, les mesures prises pour traiter les problèmes locaux (ex.: pollution atmosphérique, logements pour les pauvres, recul de la production agricole) afin qu'elles intègrent aussi des objectifs d'adaptation, d'atténuation et de développement durable (*degré de confiance moyen*). [26.9]
- En Amérique centrale et en Amérique du Sud, les énergies renouvelables fondées sur la biomasse peuvent avoir des conséquences en matière de changements d'affectation des terres et de déboisement et pourraient subir les effets du changement climatique (*degré de confiance moyen*). L'essor de la canne à sucre, du soja et de l'huile de palme risque d'avoir des effets sur l'utilisation des terres et conduire au déboisement de certaines parties de l'Amazonie et de l'Amérique centrale, entre autres sous-régions, ainsi qu'à des pertes d'emplois dans certains pays. [27.3]
- Dans les petites îles, des synergies entre l'adaptation et l'atténuation sont possibles en ce qui concerne l'offre et la demande en énergie, les infrastructures et activités touristiques, et les terres humides côtières (*degré de confiance moyen*). [29.6 à 29.8]

Le tableau RT.8 propose davantage d'exemples précis d'interactions entre l'adaptation, l'atténuation et le développement durable, en complément des résultats de l'évaluation présentés ci-dessus.

Groupe de travail II
Foire aux questions

Foire aux questions – Groupe de travail II

Cette partie peut servir d'introduction à la démarche adoptée par le Groupe de travail II et aux résultats scientifiques qu'il présente dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC. Le Résumé à l'intention des décideurs (RID) et le Résumé technique (RT) fournissent une présentation abrégée des résultats scientifiques. Contrairement au RID, au RT et aux chapitres du Rapport d'évaluation, les questions et réponses (FAQ) présentées ci-dessous dans un langage clair et accessible n'abordent nullement le sujet de l'évaluation du degré de certitude accordé aux conclusions et exprimé suivant un ensemble d'indications bien définies. Les chapitres du Rapport d'évaluation auxquels les FAQ renvoient sont indiqués entre crochets.

FAQ 1: Les risques que présentent les changements climatiques sont-ils associés principalement aux extrêmes climatiques, aux conditions climatiques moyennes ou aux deux à la fois?

[chapitres 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30; RT]

La relation au climat revêt différents aspects suivant les populations et les écosystèmes qui peuplent la planète. Cependant, ce sont surtout les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes qui engendrent pertes et bouleversements. Les conditions climatiques moyennes ont leur importance. Les connaître permet de comprendre les différences de végétation suivant les régions ou encore de sélectionner en connaissance de cause des destinations touristiques, des débouchés commerciaux ou les cultures qu'il convient de planter. Toutefois, quand les conditions moyennes évoluent, leurs incidences découlent souvent de changements affectant la fréquence, l'intensité ou la durée de phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Ce sont ces extrêmes qui font peser des exigences excessives et imprévues sur des systèmes mal adaptés. Par exemple, les précipitations entraînent des inondations quand les réseaux pluviaux ou d'autres infrastructures destinées à absorber les excédents d'eau sont saturés. Les édifices sont emportés quand la vitesse des vents est supérieure à celle prévue suivant les normes de construction. Pour de nombreuses formes de dérèglements, qu'il s'agisse de mauvaises récoltes causées par la sécheresse ou de maladies et de décès causés par des vagues de chaleur, le risque émane principalement des phénomènes extrêmes, l'évolution des conditions moyennes se traduisant par un climat associé à des extrêmes dont la périodicité, l'intensité et le type ont changé.

FAQ 2: Que savons-nous du devenir de la société, pour pouvoir nous préparer aux incidences du changement climatique?

[chapitres 1, 2, 14, 15, 16, 17, 20 et 21; RT]

Dans leur ensemble, les caractéristiques des sociétés et des économies, telles que le nombre d'habitants, l'activité économique et l'aménagement du territoire sont fortement dynamiques. À l'échelle d'une ou deux décennies seulement, ou parfois moins, des révolutions technologiques, des mouvements politiques ou des événements singuliers peuvent changer le cours de l'histoire, sans qu'on s'y attende. Afin de comprendre quelles conséquences le changement climatique pourrait avoir pour les sociétés et les écosystèmes, les scientifiques se servent de scénarios qui leur permettent d'analyser la portée de différents profils d'évolution possibles. Ces scénarios ne prédisent pas ce que nous réserve l'avenir, mais ils servent à envisager toutes sortes d'évo-

lutions probables quant au devenir de notre planète. Il est possible de les utiliser pour étudier l'évolution future des émissions de gaz à effet de serre et du changement climatique. On peut aussi s'en servir pour vérifier dans quelle mesure les incidences du changement climatique sont fonction des changements que subit la société, notamment en matière de croissance économique ou démographique ou relativement aux progrès réalisés dans la lutte contre les maladies. Les scénarios comportant d'éventuelles décisions ou mesures peuvent être employés pour déterminer la marge de manoeuvre dont on dispose pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et pour se préparer à l'évolution du climat. L'analyse des scénarios sert de fondement à la compréhension des risques que le changement climatique fait peser sur les populations, les écosystèmes et les économies, pour toute une série de futurs possibles. Elle aide à prendre des décisions éclairées, dans un contexte de grandes incertitudes et de graves conséquences.

FAQ 3: Pourquoi le changement climatique représente-t-il un défi particulièrement difficile à relever pour la gestion des risques?

[chapitres 1, 2, 16, 17, 19, 20, 21 et 25; RT]

Pour les nations, les entreprises, voire les individus, il est relativement aisé de gérer le risque quand la probabilité et les conséquences d'un événement pouvant se produire sont bien comprises. La gestion du risque devient beaucoup plus difficile quand les enjeux ou l'incertitude sont plus grands. Comme le Groupe de travail II le montre dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation, nous possédons de grandes connaissances sur les effets du changement climatique qui sont déjà fait sentir et disposons d'une compréhension approfondie des incidences que l'avenir nous réserve. Pourtant beaucoup d'incertitudes demeurent et persisteront. Les émissions futures de gaz à effet de serre en particulier sont fonction de choix de société, de politiques et de progrès technologiques qui ne sont pas encore intervenus. Les incidences du changement climatique sont fonction à la fois de l'ampleur du changement qui se produira et de notre efficacité à réduire l'exposition et la vulnérabilité dans notre évolution. Le véritable défi que représente la gestion efficace du changement climatique réside dans le fait d'appréhender à leur juste valeur les décisions éclairées qu'il nous faudra prendre en temps voulu, en sachant qu'il est impossible de connaître tous les éléments. C'est l'essence même de la gestion du risque.

FAQ 4: Dans quels délais les mesures d'atténuation et d'adaptation porteront-elles leurs fruits?

[chapitres 1, 2, 16, 19, 20 et 21; RT]

Grâce à l'adaptation, il est possible de réduire les dommages que peuvent causer les incidences inévitables. Grâce aux stratégies d'atténuation, il est possible de réduire l'importance du changement climatique en cours, comme le résume le Groupe de travail III dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation. Toutefois les effets des investissements réalisés en matière d'atténuation n'apparaissent qu'au fil du temps. Les contraintes qu'imposent les infrastructures existantes, le fait de limiter la mise en place de nombreuses technologies propres et les aspirations légitimes en faveur de la croissance économique partout dans le monde sont autant d'éléments qui tendent à nous ralentir alors que nous devrions nous écarter des tendances actuelles en matière d'émissions de gaz à effet de serre. Au cours des quelques prochaines décennies, le changement climatique dont nous serons les témoins sera déterminé principalement à

la fois par nos actions passées et par les tendances en cours. Il s'agira donc d'une période au cours de laquelle la réduction des risques à court terme découlera de l'adaptation aux changements déjà en cours. Par ailleurs, la deuxième moitié du XXI^e siècle et la période qui suivra seront marquées par les décisions prises d'investir en faveur de l'atténuation, tant à court qu'à long terme, puisque celles-ci ont un important effet de levier sur l'ampleur du changement climatique qui se produira. L'adaptation demeurera importante, mais les possibilités et les besoins varieront alors en fonction des politiques en matière de changement climatique et de développement, sous leurs nombreuses facettes à court et long terme.

FAQ 5: Nos connaissances scientifiques nous permettent-elles de fixer des seuils au-delà desquels le changement climatique devient dangereux?

[chapitres 1, 2, 4, 5, 6, 16, 17, 18, 19, 20 et 25; RT]

Les activités humaines modifient le climat. Les incidences du changement climatique sont déjà de grande ampleur et lourdes de conséquences. Mais alors qu'il est possible de quantifier scientifiquement les risques du changement climatique, en se basant sur la probabilité, l'ampleur et la nature des conséquences éventuelles, le fait de déterminer ce qui est dangereux relève en fin de compte d'un jugement qui se fonde sur des valeurs et des objectifs. À titre d'exemple, tous les individus n'attachent pas la même valeur au présent et à l'avenir et leur propre opinion du monde intervient dans l'importance qu'ils accordent à des éléments comme la biodiversité, la culture ou l'esthétique. Ce sont aussi des notions de valeur qui influent sur le jugement qu'on peut porter sur l'importance relative de la croissance économique à l'échelle mondiale par rapport au besoin de garantir le bien-être des plus vulnérables d'entre nous. Le fait d'être directement exposé et vulnérable face au changement climatique, que cela soit dans ses moyens d'existence, dans sa communauté ou dans sa famille, influence aussi notre perception de la dangerosité. Pour un individu ou une communauté ayant été déplacé en raison du changement climatique, il est légitime de penser que l'effet dont il est la victime est dangereux, alors que l'impact en question pourrait fort bien ne pas franchir le seuil mondial de la dangerosité. L'évaluation scientifique du risque peut fournir un point de départ important lorsqu'il s'agit de formuler un jugement de valeur quant au danger que représente le changement climatique.

FAQ 6: Les effets du changement climatique sont-ils d'ores et déjà perceptibles?

[chapitres 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30; RID]

Oui, de nombreux éléments concourent à indiquer que le changement climatique récemment observé a bien des incidences sur les systèmes physiques, biologiques et humains. Dans beaucoup de régions, des tendances au réchauffement et une augmentation de la fréquence des températures extrêmement élevées ont été enregistrées. La hausse des températures est associée au recul du manteau neigeux. Des changements causés par le climat se produisent dans de nombreux écosystèmes et affectent l'activité, l'aire de distribution ou l'abondance des espèces que ces écosystèmes hébergent. Des changements apparaissent aussi dans les propriétés physiques et chimiques des océans. Ils ont des effets sur les écosystèmes côtiers et marins, tels que les récifs coralliens, ainsi que sur des organismes marins, tels que les mollusques, les crustacés, les poissons et le zooplancton. La produc-

tion agricole aussi bien que les stocks de poissons sont sensibles aux changements de température. Les cultures n'ont plus les mêmes rendements. Il s'agit globalement de baisses de rendement bien que parfois ce soit l'inverse dans les régions des latitudes tempérées et des hautes latitudes. En ce qui concerne la pêche, les possibilités de capture augmentent dans certaines régions, mais diminuent dans d'autres. Pour s'adapter aux changements de température, certaines communautés autochtones doivent modifier leurs habitudes saisonnières de migration et de chasse.

FAQ 7: Les incidences futures du changement climatique seront-elles uniquement négatives? Y aura-t-il aussi des incidences positives?

[chapitres 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 30]

Globalement, le rapport fait état de bien plus d'incidences négatives que d'incidences positives dans les projections, en particulier dans le cas d'un changement climatique rapide et de grande ampleur. Il faut noter cependant que les conséquences pour les populations varieront non seulement en fonction des régions, mais aussi au fil du temps, suivant le rythme et l'ampleur du changement climatique. À titre d'exemple, dans beaucoup de pays, le développement économique se révélera de plus en plus difficile, les risques de maladies augmenteront ou les écosystèmes se dégraderont. Certains pays, cependant, bénéficieront probablement de meilleurs débouchés sur le plan économique, d'une diminution des incidences de certaines maladies ou de l'élargissement de la superficie de leurs terres productives. Les changements touchant le rendement des cultures varieront en fonction de la géographie et la latitude. On observe aussi à l'échelle mondiale une évolution de la distribution spatiale des possibilités de capture pour la pêche, les conséquences pouvant être soit positives soit négatives. La disponibilité des ressources en eau utilisable, par exemple, variera aussi en fonction des changements d'intensité des précipitations, ce qui se traduira par une diminution de la disponibilité en de nombreux lieux, ou alors par une augmentation probable du ruissellement et de la recharge des nappes souterraines dans certaines régions, telles les régions des hautes latitudes et les régions tropicales humides.

FAQ 8: Quelles sont les communautés les plus vulnérables aux effets du changement climatique?

[chapitres 8, 9, 12, 13, 19, 22, 23, 26, 27 et 29, et encart ET-HFC]

Toute société est vulnérable face au changement climatique, mais la nature de cette vulnérabilité varie suivant les régions et les communautés, au fil du temps et en fonction de la situation socio-économique et d'autres conditions particulières. Pour les communautés relativement pauvres, la vulnérabilité se traduit par des pertes en vies humaines ou des atteintes à la santé, alors que les communautés relativement riches possèdent habituellement bien plus de biens économiques pouvant être menacés. Les régions en proie à des conflits violents ou qui subissent des défaillances de gouvernance peuvent se révéler particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique. Les défis à relever dans le domaine du développement, tels que l'inégalité des sexes et le faible niveau d'éducation, et d'autres différences parmi les communautés fondées sur l'âge, la race ou l'ethnie, la situation socio-économique et la gouvernance peuvent avoir des influences complexes sur la vulnérabilité aux effets du changement climatique.

FAQ 9: Le changement climatique peut-il induire des conflits violents?

[chapitres 12 et 19]

Parmi les facteurs qui augmentent les risques de conflits violents et de guerre civile, certains sont sensibles au changement climatique. De plus en plus d'éléments tendent par exemple à montrer que des facteurs, comme un faible revenu par habitant, un repli économique ou des incohérences émanant des institutions de l'État, sont liés au déclenchement de guerres civiles et semblent aussi être sensibles au changement climatique. Les politiques relatives au changement climatique, en particulier celles qui sont associées au changement de droits d'accès aux ressources, peuvent aussi augmenter les risques de conflits violents. Si les études statistiques tendent à faire apparaître une relation entre la variabilité du climat et les conflits, le fait que le changement climatique puisse causer directement des conflits violents reste très contesté.

FAQ 10: Comment l'adaptation, l'atténuation et le développement durable sont-ils liés?

[chapitres 1, 2, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 29]

L'atténuation permet de réduire les effets du changement climatique et l'adaptation, de réduire les dégâts causés par ces effets. Ensemble, ces deux approches peuvent contribuer au développement des sociétés en améliorant leur résilience à la menace que le changement climatique constitue et donc leur pérennité. Les études montrent que les interactions entre les mesures d'adaptation et les mesures d'atténuation peuvent donner lieu à des synergies ou à des compromis en fonction du contexte. Les mesures d'adaptation peuvent augmenter les émissions de gaz à effet de serre (ex.: adaptation à une hausse des températures sous la forme d'un recours accru à la climatisation nécessitant pour son fonctionnement des combustibles fossiles) et l'atténuation peut freiner l'adaptation (ex.: utilisation accrue de terres pour la production de cultures bioénergétiques ayant un impact négatif sur les écosystèmes). Les exemples de co-avantages entre les politiques d'atténuation et celles de développement sont de plus en plus nombreux, notamment l'amélioration des systèmes énergétiques qui permet de réduire les émissions de polluants atmosphériques dangereux pour la santé tout en modifiant le climat. Il apparaît clairement qu'à l'avenir, l'adaptation, l'atténuation et le développement durable seront intimement liés.

FAQ 11: Pourquoi est-il difficile d'isoler le rôle du changement climatique dans les effets observés sur les populations et les écosystèmes?

[chapitres 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30]

Le changement climatique est un des nombreux facteurs qui exercent une influence sur la complexité des sociétés humaines et des écosystèmes naturels de la planète. Dans certains cas, l'effet du changement climatique adopte une configuration singulière dans l'espace ou le temps, laissant ainsi une empreinte qui permet de l'identifier. Dans d'autres, les effets possibles du changement climatique se combinent intimement avec ceux des changements touchant l'utilisation des terres, le développement économique, les technologies ou d'autres processus. Les orientations des activités humaines, de la santé et de la société s'expliquent souvent par de nombreuses causes simultanées, parmi lesquelles il est particulièrement difficile d'isoler le rôle du changement climatique.

Les dommages liés au climat sont pour beaucoup le résultat de phénomènes météorologiques extrêmes dont la fréquence et l'intensité pourraient évoluer en fonction du changement climatique. Les événements les plus dangereux sont rares et l'ampleur des dégâts qu'ils causent est fonction du contexte. Il est donc difficile de s'appuyer statistiquement sur les tendances observées, en particulier sur des périodes de courte durée. Malgré tout, de nombreux effets du changement climatique ont été décelés dans l'environnement et les écosystèmes, et il est possible d'en percevoir de plus en plus dans les systèmes humains également.

Encarts thématiques

RC

Récifs coralliens

Jean-Pierre Gattuso (France), Ove Hoegh-Guldberg (Australie), Hans-Otto Pörtner (Allemagne)

Écosystèmes d'eau peu profonde, les récifs coralliens sont composés de carbonate de calcium, lequel est principalement sécrété par les coraux constructeurs de récifs et les macroalgues qui les enrobent. Même s'ils occupent moins de 0,1 % du plancher océanique, ils n'en jouent pas moins une multiplicité de rôles majeurs dans les régions tropicales, puisqu'ils abritent une grande diversité biologique, fournissent des biens et des services essentiels aux écosystèmes (habitat pour les poissons, protection du littoral, etc.) et constituent des environnements particulièrement appréciés des touristes (Wild *et al.*, 2011). Quelque 275 millions de personnes vivent à moins de 30 km d'un récif corallien (Burke *et al.*, 2011) et bénéficient des possibilités offertes par les services écosystémiques qu'ils fournissent (Hoegh-Guldberg, 2011), y compris en matière d'approvisionnement (alimentation, moyens de subsistance, matériau de construction, médicaments), de réglementation (protection du littoral, qualité de l'eau), d'appui (production de matières premières, cycle des éléments nutritifs) et de culture (religion, tourisme). Il en va notamment ainsi pour de nombreux pays côtiers et petits États insulaires des régions tropicales (section 29.3.3.1).

Les récifs coralliens comptent parmi les écosystèmes marins les plus vulnérables (*degré de confiance élevé*; sections 5.4.2.4, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.5, 25.6.2 et 30.5); à l'échelle mondiale, plus de la moitié courent un risque moyen à élevé de dégradation (Burke *et al.*, 2011). La majeure partie des perturbations d'origine anthropique touchant les récifs coralliens (aménagement non durable du littoral, pollution, apports d'éléments nutritifs, surpêche, etc.) étaient de nature locale jusqu'au début des années 1980, période à partir de laquelle les perturbations liées au réchauffement des océans (principalement blanchissement et nécrose à grande échelle des coraux) ont commencé à se généraliser (Glynn, 1984). Les répercussions de l'acidification des océans sur les récifs coralliens ont commencé à susciter des préoccupations pendant cette période, principalement en raison des conséquences de l'acidification sur la construction et sur le maintien de la structure en carbonate de calcium des récifs (encart ET-AO).

De nombreux facteurs déterminants, climatiques ou non, ont des effets sur les coraux et les récifs coralliens et des conséquences négatives ont déjà été observées (sections 5.4.2.4, 6.3.1, 6.3.2, 25.6.2.1, 30.5.3, 30.5.6). Le blanchissement se traduit notamment par la dégradation et la disparition des algues endosymbiotiques, qui vivent dans les tissus des coraux et jouent un rôle essentiel dans l'alimentation en énergie de leur hôte (voir section 6.3.1 pour des détails concernant la physiologie et la section 30.5 pour une analyse régionale). Les conséquences les plus fréquentes et les plus manifestes des changements climatiques sont le blanchissement et la mortalité à grande échelle, dus à des anomalies positives de la température (*degré de confiance élevé*) (figure RC-1A et B, figure 5-3; sections 5.4.2.4, 6.3.1, 6.3.5, 25.6.2.1, 30.5 et 30.8.2). Ainsi,

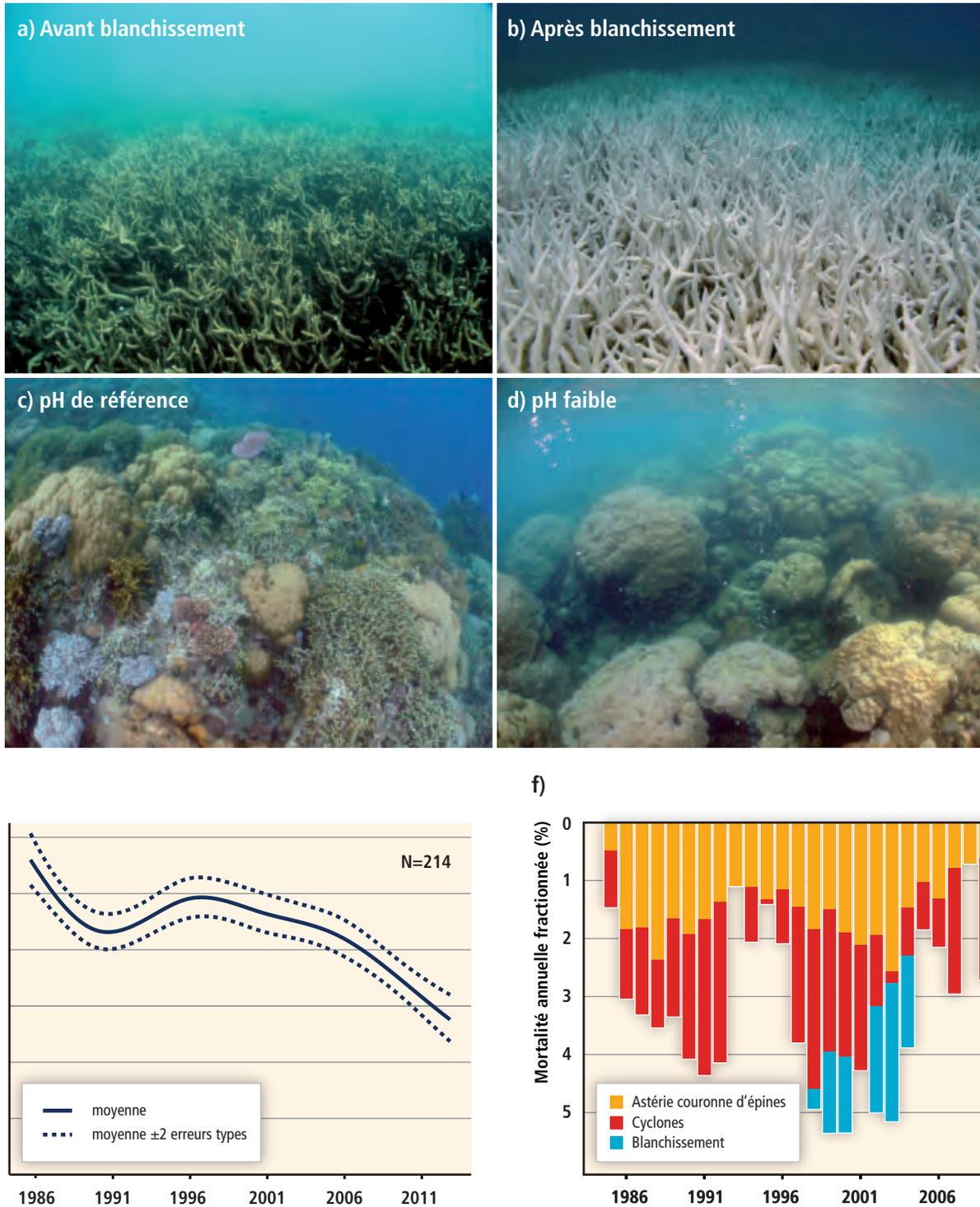


Figure RC-1 | a) et b) Communauté corallienne avant et après un phénomène de blanchissement survenu en février 2002 à une profondeur de 5 m, île Halfway, Grande barrière de corail. Environ 95 % de la communauté a subi un grave blanchissement en 2002 (Elvidge *et al.*, 2004). Plus le réchauffement s'intensifie, plus la mortalité des coraux augmente. Quelques espèces de coraux sont capables de déplacer des communautés symbiotiques de dinoflagellés et semblent mieux tolérer une élévation de la température (Berkelmans et van Oppen, 2006; Jones *et al.*, 2008). c) et d) Ces trois effluves de CO_2 dans la province de Milne Bay, en Papouasie- Nouvelle-Guinée, indiquent qu'il y a une corrélation entre une exposition prolongée à des concentrations élevées de CO_2 et les bouleversements de l'écologie des récifs coralliens (Fabricius *et al.*, 2011), notamment une diminution de la diversité des coraux (-39%), une baisse marquée de leur complexité structurelle (-67%), une réduction de la densité des coraux juvéniles (-66%) et une diminution du nombre d'algues coralliennes encroûtantes (-85%). Dans les sites où la concentration de CO_2 est élevée (d; pH_t moyen $\sim 7,8$, où pH_t est le pH sur l'échelle totale), les récifs sont dominés par des coraux massifs, alors que les coraux très complexes d'un point de vue morphologique sont sous-représentés par rapport aux sites de référence (c; pH_t moyen $\sim 8,0$). Le développement des récifs s'interrompt à des valeurs de pH_t inférieures à 7,7. e) Tendence temporelle de la superficie couverte par des coraux pour l'ensemble de la Grande barrière de corail de 1985 à 2012 (N=nombre de récifs, De'ath *et al.*, 2012). f) Les colonnes complètes indiquent la mortalité moyenne estimée des coraux pour chaque année et les éléments de colonne indiquent la mortalité relative due à l'astérie couronne d'épines, aux cyclones et au blanchissement pour l'ensemble de la Grande barrière de corail (De'ath *et al.*, 2012). (Photos: R. Berkelmans (a et b) et K. Fabricius (c et d).)

le niveau de stress thermique de la plupart des 47 sites coralliens touchés par le blanchissement en 1997–1998 n'a pas d'équivalent pendant la période 1903–1999 (Lough, 2000). En stimulant l'érosion biologique et la dissolution chimique, l'acidification des océans réduit la biodiversité (figure RC-1C et D) et le taux de calcification des coraux (*degré de confiance élevé*; sections 5.4.2.4, 6.3.2, 6.3.5) et accélère la dissolution de la structure du récif (*degré de confiance moyen*; section 5.2.2.4). Dans leur ensemble, ces mutations feront pencher la balance vers la dissolution nette du carbonate de calcium des récifs coralliens (*degré de confiance moyen*; section 5.4.2.4).

Le réchauffement et l'acidification des océans ont des effets synergiques sur plusieurs coraux constructeurs de récifs (sections 5.2.4.2 et 6.3.5). Globalement, ces changements vont entraîner l'érosion des habitats des poissons de récifs, augmenter l'exposition des littoraux aux vagues et aux tempêtes, et dégrader des composantes environnementales essentiels pour des secteurs tels que le tourisme (*degré de confiance élevé*; sections 6.4.1.3, 25.6.2 et 30.5).

Un nombre croissant d'études font état, pour la calcification et la mortalité des coraux, de mutations régionales qui concordent avec l'échelle et les incidences du réchauffement et de l'acidification des océans lorsqu'on les compare à des facteurs locaux, comme la dégradation de la qualité de l'eau et la surpêche (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007). Le nombre de coraux constructeurs de récifs décline rapidement dans de nombreuses régions du Pacifique et du Sud-est asiatique (*degré de confiance très élevé*, 1 à 2 % par année de 1968 à 2004; Bruno et Selig, 2007). Parallèlement, le nombre de ce type de coraux a chuté de plus de 80 % dans de nombreuses communautés récifales des Caraïbes (1977–2001; Gardner *et al.*, 2003) et les récifs jamaïcains, qui ont subi un changement de phase majeur, sont désormais dominés par les algues et non plus par les coraux (Hughes, 1994). Dans la Grande barrière, les cyclones tropicaux, les prédateurs et le blanchissement et la mortalité dus au stress thermique ont entraîné une réduction d'environ 51 % de l'aire de répartition des coraux de 1985 à 2012 (figure RC-1E et F). Phénomène moins connu, les invertébrés benthiques autres que les coraux sont également en danger (Przeslawski *et al.*, 2008). La biodiversité halieutique est menacée par la dégradation permanente des récifs coralliens, et ce même dans les réserves marines (Jones *et al.*, 2004).

Les incidences futures des facteurs déterminants climatiques (réchauffement des océans, acidification, élévation du niveau de la mer, intensification des cyclones tropicaux et des épisodes pluvieux) aggraveront les répercussions des facteurs non liés au climat (*degré de confiance élevé*). Même si l'on part de l'hypothèse optimiste d'une adaptation rapide des coraux au stress thermique, un tiers des récifs coralliens du monde (9 à 60 %, marge d'incertitude de 68 %) devraient, selon les projections, subir une dégradation à long terme (décennies à venir) si l'on applique le scénario du profil représentatif d'évolution de concentration RCP3-PD (Frieler *et al.*, 2013). Dans le cadre du scénario RCP4,5, cette proportion passe à deux tiers (30 à 88 %, marge d'incertitude de 68 %). Si les coraux d'aujourd'hui ont la capacité résiduelle de s'acclimater et/ou de s'adapter, la moitié des récifs coralliens pourraient éviter les épisodes fréquents de blanchissement jusqu'à la fin de 2100 (*éléments disponibles limités, degré de cohérence faible*; Logan *et al.*, 2014). Toutefois, les éléments indiquant l'adaptation rapide des coraux font défaut ou sont ambigus (Hoegh-Guldberg, 2012).

La dégradation des récifs coralliens a des incidences sur plusieurs services régionaux importants:

- **Ressources:** Pour les pays tropicaux, les récifs coralliens représentent 10 à 12 % des captures de poisson, pour les pays en développement, 20 à 25 % (Garcia et de Leiva Moreno, 2003). Plus de la moitié (55 %) des 49 États insulaires étudiés par Newton *et al.* (2007) pratiquent déjà une pêche non durable dans les récifs coralliens et, selon les projections, les poissons coralliens du Pacifique devraient voir leurs populations décroître de 20 % avant 2050 selon le scénario d'émissions A2 du *Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions* (SRES) (Bell *et al.*, 2013).
- **Protection du littoral:** Les récifs coralliens contribuent à protéger le littoral de l'action destructrice des ondes de tempête et des cyclones (Sheppard *et al.*, 2005), car ils protègent les seules terres habitables dans plusieurs États insulaires, des habitats propices à l'établissement et au maintien des mangroves et des terres humides, ainsi que des zones de loisirs. Ce rôle est menacé par l'élévation prévue du niveau de la mer, la diminution de la superficie des coraux, la baisse des taux de calcification et l'accélération du rythme de la dissolution et de la bioérosion dues au réchauffement et à l'acidification des océans (sections 5.4.2.4, 6.4.1 et 30.5).
- **Tourisme:** Plus de cent pays tirent profit des loisirs liés aux récifs coralliens situés sur leur territoire (Burke *et al.*, 2011). Le parc marin de la Grande barrière de corail accueille ainsi chaque année quelque 1,9 million de visiteurs, rapporte 5,4 milliards de dollars australiens et représente 54 000 emplois (dont 90 % dans le secteur du tourisme; Biggs, 2011).

À l'échelle mondiale, les récifs coralliens apportent une contribution modeste au produit intérieur brut, mais leur importance économique à l'échelle des pays et des régions peut être élevée (Pratchett *et al.*, 2008). Ainsi, le tourisme et la pêche représentent 5 % du PIB des îles du Pacifique Sud (moyenne 2001–2011; Laurans *et al.*, 2013). À l'échelle locale, ces deux services fournissaient en 2009–2011 au moins 25 % des revenus annuels des villages du Vanuatu et des Fidji (Pascal, 2011; Laurans *et al.*, 2013).

Lorsqu'ils sont isolés, les récifs peuvent se remettre de perturbations majeures et les avantages qui découlent de leur isolement des pressions anthropiques chroniques peuvent l'emporter sur les coûts d'une connectivité limitée (Gilmour *et al.*, 2013). Grâce aux zones maritimes protégées et à la gestion des pêches, il est possible d'augmenter la capacité de réaction des écosystèmes et de stimuler la récupération des récifs coralliens après des perturbations dues aux changements climatiques telles que le blanchissement des coraux à grande échelle (McLeod *et al.*, 2009). Certes, il existe des outils privilégiés de conservation et de gestion, mais ces derniers ne sont pas en mesure de

protéger directement les coraux du stress thermique (Selig *et al.*, 2012), ce qui indique que d'autres stratégies doivent être mises en œuvre parallèlement (Rau *et al.*, 2012; Billé *et al.*, 2013). Les réseaux de zones maritimes protégées sont essentiels, mais pour maîtriser les dangers d'origine terrestre, tels que la pollution et la sédimentation, ils devraient être établis en tenant compte d'autres formes de gestion des ressources (limitation des captures de poisson, restriction des engins de pêches, etc.) et de la gestion intégrée des océans et des côtes. Les réseaux de zones à protection élevée qui s'inscrivent dans un cadre élargi de gestion peuvent contribuer à la conservation des récifs coralliens, lesquels subissent une pression anthropique croissante à l'échelle locale et mondiale (*degré de confiance moyen*) (Salm *et al.*, 2006). À l'échelle locale, la maîtrise des nutriments et des sédiments d'origine terrestre est une importante stratégie de gestion complémentaire (McLeod *et al.*, 2009), car l'apport d'éléments nutritifs peut accroître la sensibilité des coraux au blanchissement (Wiedenmann *et al.*, 2013) et les polluants côtiers enrichis par des engrais peuvent intensifier l'acidification (Kelly *et al.*, 2011). À long terme, il est capital de limiter le réchauffement et l'acidification des océans si l'on veut assurer la viabilité des récifs coralliens et des communautés qui en dépendent (*degré de confiance élevé*; sections 5.2.4.4 et 30.5).

Bibliographie

- Bell, J.D., A. Ganachaud, P.C. Gehrke, S.P. Griffiths, A.J. Hobday, O. Hoegh-Guldberg, J.E. Johnson, R. Le Borgne, P. Lehodey, J.M. Lough, R.J. Matear, T.D. Pickering, M.S. Pratchett, A. Sen Gupta, I. Senina et M. Waycott, 2013: Mixed responses of tropical Pacific fisheries and aquaculture to climate change. *Nature Climate Change*, 3(6), 591–599.
- Berkelmans, R. et M.J.H. van Oppen, 2006: The role of zooxanthellae in the thermal tolerance of corals: a 'nugget of hope' for coral reefs in an era of climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1599), 2305–2312.
- Biggs, D., 2011: *Case study: the resilience of the nature-based tourism system on Australia's Great Barrier Reef*. Rapport élaboré par le Département de la durabilité, de l'environnement, de l'eau, de la population et des communautés, Gouvernement australien, pour le compte du Comité chargé de l'État de l'environnement 2011, Canberra, 32 pp.
- Billé, R., R. Kelly, A. Biastoch, E. Harrould-Kolieb, D. Herr, F. Joos, K.J. Kroeker, D. Laffoley, A. Oschlies et J.-P. Gattuso, 2013: Taking action against ocean acidification: a review of management and policy options. *Environmental Management*, 52, 761–779.
- Bruno, J.F. et E.R. Selig, 2007: Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons. *PLoS ONE*, 2(8), e711. doi: 10.1371/journal.pone.0000711.
- Burke, L., K. Reytar, M. Spalding et A. Perry, 2011: *Reefs at risk revisited*. World Resources Institute, Washington D.C., 114 pp.
- De'ath, G., K.E. Fabricius, H. Sweatman et M. Puotinen, 2012: The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(44), 17995–17999.
- Elvidge, C.D., J.B. Dietz, R. Berkelmans, S. Andréfouët, W. Skirving, A.E. Strong et B.T. Tuttle, 2004: Satellite observation of Keppel Islands (Great Barrier Reef) 2002 coral bleaching using IKONOS data. *Coral reefs*, 23(1), 123–132.
- Fabricius, K.E., C. Langdon, S. Uthicke, C. Humphrey, S. Noonan, G. De'ath, R. Okazaki, N. Muehlehner, M.S. Glas et J.M. Lough, 2011: Losers and winners in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations. *Nature Climate Change*, 1(3), 165–169.
- Frieler, K., M. Meinshausen, A. Golly, M. Mengel, K. Lebek, S.D. Donner et O. Hoegh-Guldberg, 2013: Limiting global warming to 2°C is unlikely to save most coral reefs. *Nature Climate Change*, 3(2), 165–170.
- Garcia, S.M. et I. de Leiva Moreno, 2003: Global overview of marine fisheries. In: *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem* [Sous la direction de Sinclair, M. et G. Valdimarsson]. Wallingford: CABi, pp. 1–24.
- Gardner, T.A., I.M. Côté, J.A. Gill, A. Grant et A.R. Watkinson, 2003: Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science*, 301(5635), 958–960.
- Gilmour, J.P., L.D. Smith, A.J. Heyward, A.H. Baird et M.S. Pratchett, 2013: Recovery of an isolated coral reef system following severe disturbance. *Science*, 340(6128), 69–71.
- Glynn, P.W., 1984: Widespread coral mortality and the 1982-83 El Niño warming event. *Environmental Conservation*, 11(2), 133-146.
- Hoegh-Guldberg, O., 2011: Coral reef ecosystems and anthropogenic climate change. *Regional Environmental Change*, 11, 215-227.
- Hoegh-Guldberg, O., 2012: The adaptation of coral reefs to climate change: Is the Red Queen being outpaced? *Scientia Marina*, 76(2), 403-408.
- Hoegh-Guldberg, O., P.J. Mumby, A.J. Hooten, R.S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C.D. Harvell, P.F. Sale, A.J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C.M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R.H. Bradbury, A. Dubi et M.E. Hatzioiols, 2007: Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318(5857), 1737-1742.
- Hughes, T.P., 1994: Catastrophes, phase-shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265(5178), 1547-1551.
- Jones, A.M., R. Berkelmans, M.J.H. van Oppen, J.C. Mieog et W. Sinclair, 2008: A community change in the algal endosymbionts of a scleractinian coral following a natural bleaching event: field evidence of acclimatization. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1641), 1359-1365.
- Jones, G.P., M.I. McCormick, M. Srinivasan et J.V. Eagle, 2004: Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8251-8253.
- Kelly, R.P., M.M. Foley, W.S. Fisher, R.A. Feely, B.S. Halpern, G.G. Waldbusser et M.R. Caldwell, 2011: Mitigating local causes of ocean acidification with existing laws. *Science*, 332(6033), 1036-1037.
- Laurans, Y., N. Pascal, T. Binet, L. Brander, E. Clua, G. David, D. Rojat et A. Seidl, 2013: Economic valuation of ecosystem services from coral reefs in the South Pacific: taking stock of recent experience. *Journal of Environmental Management*, 116, 135-144.
- Logan, C.A., J.P. Dunne, C.M. Eakin et S.D. Donner, 2014: Incorporating adaptive responses into future projections of coral bleaching. *Global Change Biology*, 20(1), 125-139.
- Lough, J.M., 2000: Unprecedented thermal stress to coral reefs? *Geophysical Research Letters*, 27(23), 3901-3904.
- McLeod, E., R. Salm, A. Green et J. Almany, 2009: Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(7), 362-370.
- Newton, K., I.M. Côté, G.M. Pilling, S. Jennings et N.K. Dulvy, 2007: Current and future sustainability of island coral reef fisheries. *Current Biology*, 17(7), 655-658.
- Pascal, N., 2011: *Cost-benefit analysis of community-based marine protected areas: 5 case studies in Vanuatu, South Pacific*. CRISP Research Reports. CRIOBE (EPHE/ CNRS). Centre de recherches insulaires et Observatoire de l'environnement (CRIOBE), Moorea, Polynésie française, 107 pp.

- Pratchett, M.S., P.L. Munday, S.K. Wilson, N.A.J. Graham, J.E. Cinner, D.R. Bellwood, G.P. Jones, N.V.C. Polunin et T.R. McClanahan, 2008:** Effects of climate-induced coral bleaching on coral-reef fishes - Ecological and economic consequences. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, **46**, 251-296.
- Przeslawski, R., S. Ahyong, M. Byrne, G. Wörheide et P. Hutchings, 2008:** Beyond corals and fish: the effects of climate change on noncoral benthic invertebrates of tropical reefs. *Global Change Biology*, **14**(12), 2773-2795.
- Rau, G.H., E.L. McLeod et O. Hoegh-Guldberg, 2012:** The need for new ocean conservation strategies in a high-carbon dioxide world. *Nature Climate Change*, **2**(10), 720-724.
- Salm, R.V., T. Done et E. McLeod, 2006:** Marine Protected Area planning in a changing climate. In: *Coastal and Estuarine Studies 61. Coral reefs and Climate Change: Science and Management*. [Sous la direction de Phinney, J.T., O. Hoegh-Guldberg, J. Kleypas, W. Skirving et A. Strong]. American Geophysical Union, pp. 207-221.
- Selig, E.R., K.S. Casey et J.F. Bruno, 2012:** Temperature-driven coral decline: the role of marine protected areas. *Global Change Biology*, **18**(5), 1561-1570.
- Sheppard, C., D.J. Dixon, M. Gourlay, A. Sheppard et R. Payet, 2005:** Coral mortality increases wave energy reaching shores protected by reef flats: Examples from the Seychelles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **64**(2-3), 223-234.
- Wiedenmann, J., C. D'Angelo, E.G. Smith, A.N. Hunt, F.-E. Legiret, A.D. Postle et E.P. Achterberg, 2013:** Nutrient enrichment can increase the susceptibility of reef corals to bleaching. *Nature Climate Change*, **3**(2), 160-164.
- Wild, C., O. Hoegh-Guldberg, M.S. Naumann, M.F. Colombo-Pallotta, M. Ateweberhan, W.K. Fitt, R. Iglesias-Prieto, C. Palmer, J.C. Bythell, J.-C. Ortiz, Y. Loya et R. van Woesik, 2011:** Climate change impedes scleractinian corals as primary reef ecosystem engineers. *Marine and Freshwater Research*, **62**(2), 205-215.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Gattuso, J.-P., O. Hoegh-Guldberg et H.-O. Pörtner, 2014: Encart thématique – Récifs coralliens. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 105-109.

Adaptation fondée sur les écosystèmes: nouveaux débouchés

Rebecca Shaw (États-Unis), Jonathan Overpeck (États-Unis), Guy Midgley (Afrique du Sud)

Définie comme le recours à la biodiversité et aux services que rendent les écosystèmes dans le cadre d'une stratégie globale d'adaptation afin d'aider les populations à s'adapter aux effets défavorables du changement climatique (CDB, 2009), l'adaptation fondée sur les écosystèmes intègre la biodiversité et les services écosystémiques dans les stratégies d'adaptation aux changements climatiques (par ex. CDB, 2009; Munroe *et al.*, 2011; voir GIEC-RE5 GTII, chapitres 3, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 19, 22, 25 et 27). Elle est mise en œuvre grâce à la gestion durable des ressources naturelles, ainsi qu'à la conservation et à la régénération des écosystèmes, dans l'objectif de fournir et de maintenir des services qui facilitent l'adaptation aussi bien à la variabilité du climat qu'aux changements climatiques (Colls *et al.*, 2009). Elle vise également à tenir compte des multiples co-avantages sociaux, économiques et culturels procurés aux communautés locales (CDB CdP 10 - Décision X/33).

L'adaptation fondée sur les écosystèmes peut être associée à des infrastructures aménagées ou d'autres technologies, voire les remplacer. Les ouvrages de défense, comme les barrages, les digues et les levées, ont des effets négatifs sur la biodiversité et risquent de devenir inadaptés lorsque les services de régulation des écosystèmes subissent des dégâts (Campbell *et al.*, 2009; Munroe *et al.*, 2011). D'après certains indices, le rétablissement et l'utilisation des services écosystémiques pourraient permettre soit d'éviter l'application de ce type de solutions technologiques, soit de retarder leur mise en œuvre (CBD, 2009). Lorsque l'adaptation est fondée sur les écosystèmes, le risque que les solutions technologiques soient inadaptées est moindre, car la mise en œuvre des mesures d'adaptation est plus souple et plus réactive aux changements environnementaux imprévus. Si elle est intégrée de manière rationnelle, l'adaptation fondée sur les écosystèmes peut s'avérer plus rentable et plus durable que des solutions matérielles non intégrées (Jones *et al.*, 2012) et peut permettre d'atteindre les objectifs fixés en matière de développement durable (lutte contre la pauvreté, gestion durable de l'environnement, voire objectifs d'atténuation, etc.), en particulier lorsque les démarches s'inscrivent dans le cadre de méthodes bien conçues de gestion des écosystèmes (CDB, 2009). En outre, l'adaptation fondée sur les écosystèmes s'accompagne d'avantages économiques, sociaux et environnementaux sous forme de biens et services écosystémiques (Banque mondiale, 2009).

L'adaptation fondée sur les écosystèmes peut s'appliquer aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement. Dans ces derniers, dont l'économie est plus directement tributaire de la prestation de services écosystémiques (Vignola *et al.*, 2009), elle peut être d'une grande utilité pour réduire les risques liés aux répercussions des changements climatiques et assurer que le développement s'oriente dans des directions permettant l'adaptation aux

changements climatiques (Munang *et al.*, 2013). Il est possible de mettre en œuvre des projets d'adaptation fondée sur les écosystèmes en renforçant des initiatives déjà en place, portant par exemple sur l'adaptation axée sur les communautés et la gestion des ressources naturelles (Khan *et al.*, 2012, Midgley *et al.*, 2012; Roberts *et al.*, 2012, etc.).

L'adaptation fondée sur les écosystèmes peut prendre différentes formes:

- Gestion durable des ressources hydriques: gestion ou remise en état des bassins versants, des aquifères, des plaines inondables et de la végétation associée afin d'assurer la résilience de la rétention des eaux et le renforcement des écoulements de base, les services de régulation des crues et de protection contre les inondations, la diminution des taux d'érosion/d'envasement et la hausse du nombre de biens écosystémiques (Opperman *et al.*, 2009; Midgley *et al.*, 2012, etc.) ;
- Prévention des catastrophes grâce à la remise en état des habitats côtiers (mangroves, milieux humides et deltas), afin de mettre en place des mesures efficaces contre les ondes de tempête, les intrusions salines et l'érosion du littoral (Jonkman *et al.*, 2013);
- Gestion durable des prairies et des terres de parcours, afin de renforcer les moyens de subsistance des petits éleveurs et d'augmenter leur capacité de résistance à la sécheresse et aux inondations;
- Mise en place de systèmes agricoles diversifiés et résilients, et adaptation des assemblages de variétés de plantes et d'animaux d'élevage afin de garantir les approvisionnements alimentaires. Les connaissances traditionnelles peuvent également être utiles dans ce domaine, notamment car elles peuvent permettre de recenser la diversité génétique des cultures et des animaux d'élevage indigènes et d'appliquer des techniques de conservation de l'eau;
- Gestion des écosystèmes exposés au feu, afin d'abaisser le niveau de dangerosité des régimes d'incendie, tout en assurant le maintien des processus naturels.

À l'image des autres méthodes, l'adaptation fondée sur les écosystèmes n'est pas sans risques, raison pour laquelle il convient d'effectuer une évaluation des risques et des avantages afin de mieux appréhender les débouchés (CDB, 2009). Toutefois, pour l'instant, les exemples de ce type d'adaptation sont trop rares et trop récents pour qu'il soit possible d'évaluer les risques et les avantages de manière exhaustive. Le concept est encore en gestation, mais il devrait être envisagé parallèlement à des options d'adaptation qui privilégient des solutions d'ingénierie ou des mutations sociales et il faudrait que les cas d'application, présents et futurs, soient mis à profit pour mieux comprendre quand et où il serait opportun d'appliquer ce type de méthodes.

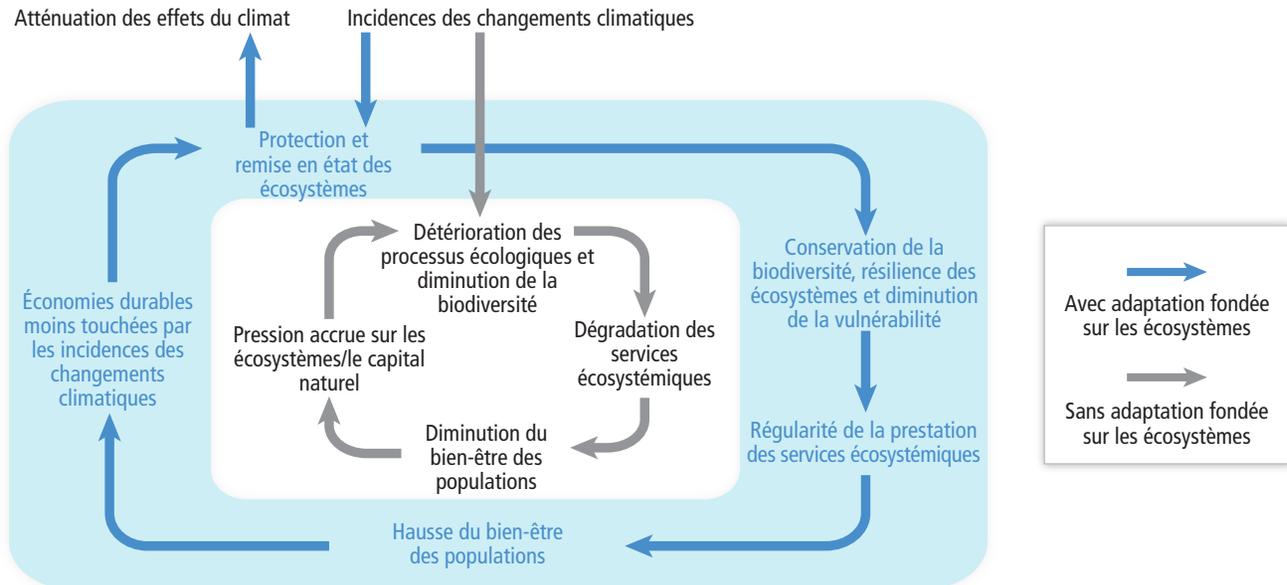


Figure AÉ-1 | Adaptation de Munang *et al.* (2013). L'adaptation fondée sur les écosystèmes met à profit la capacité de la nature à protéger les systèmes humains des répercussions négatives des changements climatiques. Sans ce type d'adaptation, les changements climatiques peuvent entraîner une dégradation des processus écologiques (rectangle blanc au centre) qui, à son tour, débouche sur une diminution du bien-être des populations. La mise en œuvre de mesures d'adaptation fondée sur les écosystèmes (rectangle bleu extérieur) pourrait réduire, voire compenser totalement, ces répercussions négatives en créant un cercle vertueux qui réduirait les risques liés au climat auxquels sont confrontées les populations, et pourrait permettre de tirer profit des effets bénéfiques de l'atténuation.

Bibliographie

- Campbell, A., V. Kapos, J. Scharlemann, P. Bubba, A. Chenery, L. Coad, B. Dickson, N. Doswald, M. Khan, F. Kershaw et M. Rashid, 2009:** *Review of the Literature on the Links between Biodiversity and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation*. Cahier technique de la CDB No. 42, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (CDB), Montréal, Qc, Canada, 124 pp.
- CDB, 2009:** *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Cahier technique de la CDB No. 41, Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (CDB), Montréal, Qc, Canada, 126 pp.
- Colls, A., N. Ash et N. Ikkala, 2009:** *Ecosystem-Based Adaptation: A Natural Response to Climate Change*. Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles (UICN), Gland, Suisse, 16 pp.
- Jones, H.P., D.G. Hole et E.S. Zavaleta, 2012:** Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change*, 2(7), 504-509.
- Jonkman, S.N., M.M. Hillen, R.J. Nicholls, W. Kanning et M. van Ledden, 2013:** Costs of adapting coastal defences to sea-level rise – new estimates and their implications. *Journal of Coastal Research*, 29(5), 1212-1226.
- Khan, A.S., A. Ramachandran, N. Usha, S. Punitha et V. Selvam, 2012:** Predicted impact of the sea-level rise at Vellar-Coleroon estuarine region of Tamil Nadu coast in India: mainstreaming adaptation as a coastal zone management option. *Ocean & Coastal Management*, 69, 327-339.
- Midgley, G.F., S. Marais, M. Barnett et K. Wågsæther, 2012:** *Biodiversity, Climate Change and Sustainable Development – Harnessing Synergies and Celebrating Successes*. Final Technical Report, The Adaptation Network Secretariat, hosted by Indigo Development & Change and The Environmental Monitoring Group, Nieuwoudtville, Afrique du Sud. 70 pp.
- Munang, R., I. Thiaw, K. Alvarson, M. Mumba, J. Liu et M. Rivington, 2013:** Climate change and ecosystem-based adaptation: a new pragmatic approach to buffering climate change impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 67-71.
- Munroe, R., N. Doswald, D. Roe, H. Reid, A. Giuliani, I. Castelli et I. Moller, 2011:** *Does EbA Work? A Review of the Evidence on the Effectiveness of Ecosystem-Based Approaches to Adaptation*. Travaux de recherche effectués en collaboration par BirdLife International, le Programme des Nations Unies pour l'environnement - Centre mondial de surveillance de la conservation (PNUE-WCMC), l'université de Cambridge, Cambridge, Royaume-Uni, et l'International Institute for Environment and Development (IIED), Londres, Royaume-Uni, 4 pp.
- Opperman, J.J., G.E. Galloway, J. Fargione, J.F. Mount, B.D. Richter et S. Secchi, 2009:** Sustainable floodplains through large-scale reconnection to rivers. *Science*, 326(5959), 1487-1488.
- Roberts, D., R. Boon, N. Diederichs, E. Douwes, N. Govender, A. McInnes, C. McLean, S. O'Donoghue et M. Spires, 2012:** Exploring ecosystem-based adaptation in Durban, South Africa: "learning-by-doing" at the local government coal face. *Environment and Urbanization*, 24(1), 167-195.
- Vignola, R., B. Locatelli, C. Martinez et P. Imbach, 2009:** Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policymakers, society and scientists? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(8), 691-696.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Shaw, M.R., J.T. Overpeck et G.F. Midgley, 2014: Encart thématique – Adaptation fondée sur les écosystèmes: nouveaux débouchés. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 111-113.

Spécificités des hommes et des femmes face aux changements climatiques

Katharine Vincent (Afrique du Sud), Petra Tschakert (États-Unis d'Amérique), Jon Barnett (Australie), Marta G. Rivera-Ferre (Espagne), Alistair Woodward (Nouvelle-Zélande)

Outre des facteurs sociodémographiques tels que l'âge, les revenus et la classe, le fait d'être un homme ou une femme a une grande influence sur la façon dont nous percevons les changements climatiques. En effet, le rôle des femmes et des hommes est une composante importante des répercussions, de l'adaptation et de la vulnérabilité. Cette question avait été abordée dans la contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation et dans le rapport sur la *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique* (SREX) (Adger et al., 2007; GIEC, 2012), mais pour le cinquième Rapport d'évaluation, nous disposons de nouveaux résultats de grande portée, fondés sur un grand nombre d'éléments qui démontrent comment les hommes et les femmes appréhendent différemment les changements climatiques et comment ces derniers contribuent à perpétuer les inégalités entre les deux sexes. Des travaux sur ce nouvel axe de recherche ont été entrepris dans toutes les régions du monde (Brouwer *et al.*, 2007; Buechler, 2009; Nelson et Stathers, 2009; Nightingale, 2009; Dankelman, 2010; MacGregor, 2010; Alston, 2011; Arora-Jonsson, 2011; Omolo, 2011; Resurreccion, 2011, etc.).

En matière de vulnérabilité, les différences entre hommes et femmes sont dues aux différences d'accès aux ressources sociales et environnementales nécessaires à l'adaptation. Dans de nombreuses économies rurales et dans de nombreux systèmes où les moyens de subsistance sont fondés sur les ressources naturelles, il est largement admis que les femmes ont un accès réduit aux ressources financières, à la terre, à l'éducation, à la santé et à d'autres droits fondamentaux, par rapport aux hommes. L'exclusion des processus décisionnels et du marché du travail voulue par la société crée également des inégalités entre hommes et femmes, ce qui rend les femmes, en particulier, moins aptes à faire face aux changements climatiques et à s'y adapter (Paavola, 2008; Djoudi et Brockhaus, 2011; Rijkers et Costa, 2012). Ces inégalités se manifestent par la différence de répercussion sur les moyens de subsistance selon le sexe et par la féminisation de certaines responsabilités: alors que le rôle productif est renforcé aussi bien pour les femmes que pour les hommes, le rôle reproductif n'est accentué que pour les femmes (Resurreccion, 2011; section 9.3.5.1.5, encadré 13-1). Ainsi, une étude réalisée en Australie montre que la fréquence accrue des sécheresses force les femmes à obtenir des revenus hors exploitation agricole et à accroître leur charge de travail au sein des exploitations agricoles (Alston, 2011). Des études effectuées en Tanzanie et au Malawi montrent que les femmes souffrent d'insécurité alimentaire et nutritionnelle, car les denrées alimentaires sont distribuées en priorité à d'autres membres de la famille (Nelson et Stathers, 2009; Kakota *et al.*, 2011).

Dans le quatrième Rapport d'évaluation, les scientifiques ont analysé un corpus d'articles axés sur le taux de mortalité relativement plus élevé des femmes en cas de catastrophes d'origine

météorologique (Adger *et al.*, 2007). D'autres articles publiés depuis nuancent ces résultats puisqu'ils indiquent comment le rôle dévolu aux hommes et aux femmes dans la société influe sur l'exposition aux phénomènes extrêmes et entraîne des taux de mortalité différents (*degré de confiance élevé*; section 11.3.3, tableau 12-3). Les statistiques sur la mortalité due à des phénomènes extrêmes compilées à partir des relevés effectués dans 141 pays de 1981 à 2002 indiquent que les femmes victimes des catastrophes sont plus jeunes que les hommes (Neumayer et Plümper, 2007; voir aussi encadré 13-1). Ces différences entre les sexes sont notamment dues aux rôles différents joués par les hommes et les femmes selon les sociétés et les cultures. Des études ont, par exemple, montré qu'au Bangladesh, les femmes n'apprennent pas à nager et sont donc plus vulnérables en cas d'inondation (Röhr, 2006) et qu'au Nicaragua, il est attendu des femmes des classes moyennes qu'elles restent à la maison, et ce, même pendant les inondations et dans les zones à risque (Bradshaw, 2010). Les différences entre femmes et hommes pour ce qui est de la vulnérabilité aux phénomènes extrêmes sont certes connues depuis longtemps, mais aujourd'hui, nous disposons d'un plus grand faisceau de preuves qui indiquent que le rôle que les hommes sont censés jouer peut avoir des répercussions sur leur vulnérabilité. En particulier, on attend souvent d'eux qu'ils soient courageux et stoïques et qu'ils risquent leur vie pour sauver des gens, ce qui augmente les probabilités de décès (encadré 13-1). Dans le district de Hai Lang, au Viet Nam, par exemple, les inondations ont fait plus de victimes parmi les hommes, car ces derniers ont participé aux opérations de recherche et de sauvetage et à la protection des champs (Campbell *et al.*, 2009). D'après des analyses effectuées aux États-Unis et en Australie, les femmes et les jeunes filles sont plus susceptibles de subir des violences domestiques après une catastrophe, en particulier lorsqu'elles vivent dans des hébergements d'urgence (Jenkins et Phillips, 2008; Anastario *et al.*, 2009; Alston, 2011; Whittenbury, 2013; voir aussi encadré 13-1).

En outre, les hommes et les femmes réagissent différemment au stress thermique, en raison de facteurs aussi bien physiologiques que sociaux (section 11.3.3). Dans la majorité des études effectuées dans des pays européens, les femmes sont plus à risque, mais leur vulnérabilité physiologique, qui est en général plus importante, peut être compensée dans certains cas par une vulnérabilité sociale relativement faible (notamment lorsqu'elles bénéficient du soutien de réseaux sociaux bien établis). Lors de la vague de chaleur qui a frappé Paris, il a été noté que les hommes non mariés étaient plus vulnérables que les femmes non mariées, et à Chicago, les plus vulnérables étaient les hommes âgés, ce qui semblerait être dû au fait que ces derniers ne sont pas intégrés dans des réseaux sociaux de soutien et sont donc plus vulnérables d'un point de vue social (Kovats et Hajat, 2008). Une étude portant sur plusieurs villes a montré des variations de nature géographique dans les relations entre le sexe et la mortalité due aux vagues de chaleur: à Mexico, le risque de mortalité était plus élevé pour les femmes, alors qu'à Santiago et à São Paulo, il était plus élevé pour les hommes (Bell *et al.*, 2008).

Le fait de reconnaître que les hommes et les femmes ne sont pas égaux en matière de vulnérabilité et d'adaptation peut permettre de mettre en place des solutions qui tiennent compte des spécificités des deux sexes et, par là même, qui diminuent leur vulnérabilité (Alston, 2013). L'évaluation des investissements réalisés en matière d'adaptation montre que les méthodes qui ne tiennent pas compte des spécificités des hommes et des femmes et d'autres facteurs d'inégalité sociale risquent de renforcer la vulnérabilité (Vincent *et al.*, 2010; Arora-Jonsson, 2011; Figueiredo et Perkins, 2012). Les interventions gouvernementales visant à améliorer la production grâce à des cultures de rente et à des entreprises non agricoles dans les économies rurales, par exemple, avantagent généralement les hommes, car la création de liquidités est considérée comme une activité d'hommes dans les zones rurales (Gladwin *et al.*, 2001; voir aussi section 13.3.1). Au contraire, les initiatives d'adaptation axées sur l'eau de pluie et la conservation peuvent entraîner un travail supplémentaire, que les femmes ne peuvent pas nécessairement se permettre de fournir (Baiphethi *et al.*, 2008). L'une des meilleures façons d'améliorer l'adaptation des agricultrices dans les zones rurales est d'encourager l'accès des femmes à l'éducation et de renforcer le capital social (Goulden *et al.*, 2009; Vincent *et al.*, 2010; Below *et al.*, 2012), ce qui pourrait compléter les initiatives mentionnées plus haut dont les hommes sont les principaux bénéficiaires. L'adaptation peut s'appuyer sur des méthodes de développement axées sur les droits, car celles-ci tiennent compte du fait que l'accès aux ressources et le contrôle des processus décisionnels sont définis par les pratiques institutionnelles, notamment en raison du rôle dévolu par la société aux hommes et aux femmes et des interactions avec d'autres facteurs d'inégalité et de vulnérabilité (Tschakert et Machado, 2012; Bee *et al.*, 2013; Tschakert, 2013; voir aussi section 22.4.3 et tableau 22-5).

Bibliographie

- Adger, W.N., S. Agrawala, M.M.Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Pulhin, R. Pulwarty, B. Smit et K. Takahashi, 2007: Chapter 17: Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In: *Bilan 2007 des changements climatiques: Conséquences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson]. GIEC, Genève, Suisse, pp. 719-743.
- Alston, M., 2011: Gender and climate change in Australia. *Journal of Sociology*, 47(1), 53-70.
- Alston, M., 2013: Women and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, (4)5, 351-358.
- Anastario, M., N. Shebab et L. Lawry, 2009: Increased gender-based violence among women internally displaced in Mississippi 2 years post-Hurricane Katrina. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 3(1), 18-26.
- Arora-Jonsson, S., 2011: Virtue and vulnerability: discourses on women, gender and climate change. *Global Environmental Change*, 21, 744-751.
- Baiphethi, M.N., M. Viljoen et G. Kundhlande, 2008: Rural women and rainwater harvesting and conservation practices: anecdotal evidence from the Free State and Eastern Cape. *Agenda*, 22(78), 163-171.

- Bee, B., M. Biermann et P. Tschakert, 2013: Gender, development, and rights-based approaches: lessons for climate change adaptation and adaptive social protection. In: *Research, Action and Policy: Addressing the Gendered Impacts of Climate Change* [Sous la direction d'Alston, M. et K. Whittenbury]. Springer, Dordrecht, Pays-Bas, pp. 95-108.
- Bell, M.L., M.S. O'Neill, N. Ranjit, V.H. Borja-Aburto, L.A. Cifuentes et N.C. Gouveia, 2008: Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *International Journal of Epidemiology*, 37(4), 796-804.
- Below, T.B., K.D. Mutabazi, D. Kirschke, C. Franke, S. Sieber, R. Siebert et K. Tscherning, 2012: Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables? *Global Environmental Change*, 22(1), 223-235.
- Bradshaw, S., 2010: Women, poverty, and disasters: exploring the links through Hurricane Mitch in Nicaragua. In: *The International Handbook of Gender and Poverty: Concepts, Research, Policy* [Sous la direction de Chant, S.]. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, Royaume-Uni, pp. 627-632.
- Brouwer, R., S. Akter, L. Brander et E. Haque, 2007: Socioeconomic vulnerability and adaptation to environmental risk: a case study of climate change and flooding in Bangladesh. *Risk Analysis*, 27(2), 313-326.
- Campbell, B., S. Mitchell et M. Blackett, 2009: *Responding to Climate Change in Vietnam. Opportunities for Improving Gender Equality*. A Policy Discussion Paper, Oxfam in Viet Nam and United Nations Development Programme-Viet Nam (UNDP-Viet Nam), Ha noi, Viet Nam, 62 pp.
- Dankelman, I., 2010: Introduction: exploring gender, environment, and climate change. In: *Gender and Climate Change: An Introduction* [Sous la direction de Dankelman, I.]. Earthscan, Londres, Royaume-Uni et Washington, DC, États-Unis, pp. 1-18.
- Djouidi, H. et M. Brockhaus, 2011: Is adaptation to climate change gender neutral? Lessons from communities dependent on livestock and forests in northern Mali. *International Forestry Review*, 13(2), 123-135.
- Figueiredo, P. et P.E. Perkins, 2012: Women and water management in times of climate change: participatory and inclusive processes. *Journal of Cleaner Production*, 60(1), 188-194.
- GIEC, 2012: *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique. Rapport spécial des groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor et P.M. Midgley], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis, 582 pp.
- Gladwin, C.H., A.M. Thomson, J.S. Peterson et A.S. Anderson, 2001: Addressing food security in Africa via multiple livelihood strategies of women farmers. *Food Policy*, 26(2), 177-207.
- Goulden, M., L.O. Naess, K. Vincent et W.N. Adger, 2009: Diversification, networks and traditional resource management as adaptations to climate extremes in rural Africa: opportunities and barriers. In: *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values and Governance* [Sous la direction d'Adger, W.N., I. Lorenzoni, et K. O'Brien]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, pp. 448-464.
- Jenkins, P. et B. Phillips, 2008: Battered women, catastrophe, and the context of safety after Hurricane Katrina. *NWSA Journal*, 20(3), 49-68.
- Kakota, T., D. Nyariki, D. Mkwambisi et W. Kogi-Makau, 2011: Gender vulnerability to climate variability and household food insecurity. *Climate and Development*, 3(4), 298-309.
- Kovats, R. et S. Hajat, 2008: Heat stress and public health: a critical review. *Public Health*, 29, 41-55.
- MacGregor, S., 2010: 'Gender and climate change': from impacts to discourses. *Journal of the Indian Ocean Region*, 6(2), 223-238.
- Nelson, V. et T. Stathers, 2009: Resilience, power, culture, and climate: a case study from semi-arid Tanzania, and new research directions. *Gender & Development*, 17(1), 81-94.
- Neumayer, E. et T. Plümper, 2007: The gendered nature of natural disasters: the impact of catastrophic events on the gender gap in life expectancy, 1981-2002. *Annals of the Association of American Geographers*, 97(3), 551-566.
- Nightingale, A., 2009: Warming up the climate change debate: a challenge to policy based on adaptation. *Journal of Forest and Livelihood*, 8(1), 84-89.
- Omolo, N., 2011: Gender and climate change-induced conflict in pastoral communities: case study of Turkana in northwestern Kenya. *African Journal on Conflict Resolution*, 10(2), 81-102.
- Paavola, J., 2008: Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. *Environmental Science & Policy*, 11(7), 642-654.
- Resurreccion, B.P., 2011: *The Gender and Climate Debate: More of the Same or New Pathways of Thinking and Doing?* Asia Security Initiative Policy Series, Working Paper No. 10, RSIS Centre for Non-Traditional Security (NTS) Studies, Singapour, 19 pp.
- Rijkers, B. et R. Costa, 2012: *Gender and Rural Non-Farm Entrepreneurship*. Policy Research Working Paper 6066, Macroeconomics and Growth Team, Development Research Group, Banque mondiale, Washington, DC, États-Unis, 68 pp.
- Röhr, U., 2006: Gender and climate change. *Tiempo*, 59, 3-7.
- Tschakert, P., 2013: From impacts to embodied experiences: tracing political ecology in climate change research. *Geografisk Tidsskrift/Danish Journal of Geography*, 112(2), 144-158.
- Tschakert, P. et M. Machado, 2012: Gender justice and rights in climate change adaptation: opportunities and pitfalls. *Ethics and Social Welfare*, 6(3), 275-289, doi: 10.1080/17496535.2012.704929.
- Vincent, K., T. Cull et E. Archer, 2010: Gendered vulnerability to climate change in Limpopo province, South Africa. In: *Gender and Climate Change: An Introduction* [Sous la direction de Dankelman, I.]. Earthscan, Londres, Royaume-Uni et Washington, DC, États-Unis, pp. 160-167.
- Whittenbury, K., 2013: Climate change, women's health, wellbeing and experiences of gender-based violence in Australia. In: *Research, Action and Policy: Addressing the Gendered Impacts of Climate Change* [Sous la direction d'Alston, M. et K. Whittenbury]. Springer Science, Dordrecht, Pays-Bas, pp. 207-222.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

K.E. Vincent, P. Tschakert, Barnett, J., M.G. Rivera-Ferre et A. Woodward, 2014: Encart thématique – Spécificités des hommes et des femmes face aux changements climatiques. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 115-117.

ST

Stress thermique et vagues de chaleur

Lennart Olsson (Suède), Dave Chadee (Trinité-et-Tobago), Ove Hoegh-Guldberg (Australie), Michael Oppenheimer (États-Unis), John Porter (Danemark), Hans-O. Pörtner (Allemagne), David Satterthwaite (Royaume-Uni), Kirk R. Smith (États-Unis), Maria Isabel Travasso (Argentine), Petra Tschakert (États-Unis)

Selon le Groupe de travail I, il est *très probable* que le nombre et l'intensité des journées chaudes aient fortement augmenté ces trois dernières décennies et *quasiment certain* que cette hausse se poursuivra jusqu'à la fin du XXI^e siècle. En outre, il est *probable (degré de confiance moyen)* que les vagues de chaleur (jours consécutifs de canicule) aient plus que doublé dans certaines régions, mais *très probable* que les vagues de chaleur seront plus fréquentes sur la plupart des terres émergées pendant la seconde moitié du siècle. Selon un scénario de réchauffement moyen, Coumou *et al.* (2013) ont prévu que le nombre de records mensuels de chaleur serait plus de 12 fois plus élevé dans les années 2040 par rapport à un scénario de non réchauffement. À plus longue échéance, si la température moyenne du globe augmente de +7 °C ou plus, certaines régions des tropiques et des latitudes moyennes risquent de devenir inhabitables (Sherwood et Huber, 2010). Les vagues de chaleur ont des répercussions directes sur les systèmes naturels et humains et occasionnent souvent un grand nombre de victimes et de graves pertes matérielles. En outre, elles peuvent également être à l'origine de points de bascule (Hughes *et al.*, 2013). Par conséquent, le stress thermique joue un rôle de premier plan pour ce qui est de plusieurs grands risques traités au chapitre 19 et dans l'encart ET-PR sur les principaux risques.

Économie et société (chapitres 10, 11, 12 et 13)

Le stress thermique environnemental a déjà réduit la capacité mondiale en matière de main-d'œuvre à 90 % pendant les mois à maxima de température et les projections indiquent une réduction à 80 % d'ici à 2050 pendant ces périodes. Selon un scénario de réchauffement élevé (RCP8,5), il est prévu que la capacité de main-d'œuvre soit égale à moins de 40 % des conditions actuelles pendant les mois à maxima de température d'ici à 2200 (Dunne *et al.*, 2013). Les coûts d'adaptation nécessaires à l'installation de dispositifs de refroidissement et d'abris d'urgence pendant les vagues de chaleur seront considérables.

Les vagues de chaleur s'accompagnent de perturbations sociales, telles que la recrudescence de la violence (Anderson, 2012), ainsi que d'une détresse sanitaire et psychologique et d'un mal-être généralisés (Tawatsupa *et al.*, 2012). Les répercussions sont très diverses et le fardeau est nettement plus lourd pour les populations démunies, les personnes âgées et les personnes marginalisées (Wilhelmi *et al.*, 2012). Les zones urbaines devraient être plus touchées en raison des effets conjugués du climat et des îlots de chaleur urbains (Fischer *et al.*, 2012; voir aussi section 8.2.3.1). Dans les pays à revenu faible et moyen, l'adaptation au stress thermique est quasiment nulle pour la plupart des populations pauvres, en particulier les personnes qui travaillent à l'extérieur dans les secteurs de l'agriculture, de la pêche et de la construction. Dans les petites exploitations agricoles, les femmes et les enfants sont particulièrement vulnérables

en raison du rôle qui leur est traditionnellement dévolu en matière de main-d'œuvre (Croppenstedt *et al.*, 2013). La hausse attendue de la fréquence des feux incontrôlés dus aux vagues de chaleur (Pechony et Shindell, 2010) menace la sécurité des populations, la santé et les écosystèmes. Selon les estimations, la pollution atmosphérique due aux feux incontrôlés cause d'ores et déjà 339 000 morts prématurées par an dans le monde (Johnston *et al.*, 2012).

Santé (chapitre 11)

La morbidité et la mortalité dues au stress thermique ne sont plus rares à l'échelle de la planète (Barriopedro *et al.*, 2011; Nitschke *et al.*, 2011; Rahmstorf et Coumou, 2011; Diboulo *et al.*, 2012; Hansen *et al.*, 2012). Les personnes âgées et celles qui souffrent d'affections circulatoires et respiratoires sont également vulnérables et ce, même dans les pays développés; elles peuvent décéder même à leur domicile (Honda *et al.*, 2011). Les personnes exerçant des métiers physiques sont particulièrement exposées, car l'exercice physique entraîne un réchauffement non négligeable du corps, or cette chaleur ne peut être dissipée si la température et l'humidité ambiantes dépassent certains seuils (Kjellstrom *et al.*, 2009). Plus la température s'élève, plus le risque de cancer de la peau sans présence de mélanomes après exposition au rayonnement UV pendant l'été augmente (van der Leun *et al.*, 2008). Les températures élevées sont également associées à une hausse des allergènes dans l'atmosphère, qui entraîne des maladies respiratoires telles que l'asthme, la rhinite allergique, la conjonctivite et les dermites (Beggs, 2010).

Écosystèmes (chapitres 4, 5, 6 et 30)

La mortalité des arbres augmente à l'échelle de la planète (Williams *et al.*, 2013). Ce phénomène peut être mis en relation avec les répercussions du climat, en particulier la chaleur et la sécheresse (Reichstein *et al.*, 2013), même s'il est difficile de l'imputer aux changements climatiques faute de séries chronologiques et en raison de l'existence de facteurs de confusion. Dans le bassin méditerranéen, l'intensification des vagues de chaleur associées à la sécheresse devrait entraîner un risque accru d'incendie, l'allongement de la saison des incendies et l'augmentation de la fréquence, de l'ampleur et de la gravité des feux (Duguay *et al.*, 2013; voir aussi encadré 4.2).

Les bouleversements des écosystèmes marins dont la cause est attribuée aux changements climatiques sont souvent causés par des températures extrêmes et non par des variations des normales (Pörtner et Knust, 2007). Lors d'une exposition à la chaleur à proximité de limites biogéographiques, des variations même minimales (<0,5 °C) des extrêmes de température peuvent avoir de grandes conséquences, car elles sont souvent exacerbées par une exposition concomitante à l'hypoxie et/ou à des concentrations élevées de CO₂, ainsi qu'à l'acidification associée (*degré de confiance moyen*; Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007; voir aussi figure 6-5; sections 6.3.1, 6.3.5, 30.4 et 30.5; ET-BM).

La plupart des récifs coralliens ont subi un stress thermique suffisant pour causer des épisodes fréquents de blanchissement massif des coraux au cours des 30 dernières années, parfois suivis d'une mortalité généralisée (Baker *et al.*, 2008). La corrélation entre acidification et réchauffement exacerbe le blanchissement et la mortalité des coraux (*degré de confiance très élevé*). Les écosystèmes tempérés d'herbes marines et de laminaires dépériront à mesure que la fréquence des vagues de chaleur augmentera et en raison des répercussions liées à la présence d'espèces subtropicales invasives (*degré de confiance élevé*; sections 5, 6, 30.4 et 30.5, ET-RC, ET-BM).

Agriculture (chapitre 7)

La chaleur extrême interagit avec les grands processus physiologiques des plantes cultivées. Selon les prévisions, au-delà de +3 °C de réchauffement local sans adaptation, les incidences sur les rendements de toutes les cultures devraient être négatives même dans les environnements tempérés et ce, même en cas de hausse bénéfique des concentrations de CO₂ et de la pluviométrie (Teixeira *et al.*, 2013). Dans les systèmes tropicaux où l'humidité disponible ou la température extrême limite la durée de la période végétative, le potentiel de raccourcissement de la période végétative est élevé, ce qui risque de rendre les cultures non adaptées (*éléments disponibles moyens, degré de cohérence moyen*; Jones et Thornton, 2009). Ainsi, la moitié des régions productrices de blé de la plaine indo-gangétique pourrait subir de plein fouet le stress thermique d'ici aux années 2050.

Les températures élevées réduisent la consommation et les taux de croissance des espèces animales (*degré de confiance élevé*) (Thornton *et al.*, 2009). Le stress thermique diminue les taux de reproduction du bétail (Hansen, 2009), affaiblit son rendement général (Henry *et al.*, 2012) et est susceptible d'entraîner une mortalité massive des animaux dans les enclos d'engraissement pendant les vagues de chaleur (Polley *et al.*, 2013). Aux États-Unis, on estime qu'à l'heure actuelle, les pertes économiques dues au stress thermique subi par le bétail s'élèvent à plusieurs milliards de dollars par an (St-Pierre *et al.*, 2003).

Bibliographie

- Anderson, C.A., 2012: Climate change and violence. In: *The Encyclopedia of Peace Psychology* [Sous la direction de Christie, D.J.]. John Wiley & Sons/Blackwell, Chichester, Royaume-Uni, pp. 128-132.
- Baker, A.C., P.W. Glynn, and B. Riegl, 2008: Climate change and coral reef bleaching: an ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80(4), 435-471.
- Barriopedro, D., E.M. Fischer, J. Luterbacher, R.M. Trigo et R. Garcia-Herrera, 2011: The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, 332(6026), 220-224.

- Beggs, P.J., 2010: Adaptation to impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(8), 3006-3021.
- Coumou, D., A. Robinson et S. Rahmstorf, 2013: Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures. *Climatic Change*, 118(3-4), 771-782.
- Croppenstedt, A., M. Goldstein et N. Rosas, 2013: Gender and agriculture: inefficiencies, segregation, and low productivity traps. *The World Bank Research Observer*, 28(1), 79-109.
- Diboulo, E., A. Sie, J. Rocklöv, L. Niamba, M. Ye, C. Bagagnan et R. Sauerborn, 2012: Weather and mortality: a 10 year retrospective analysis of the Nouna Health and Demographic Surveillance System, Burkina Faso. *Global Health Action*, 5, 19078, doi:10.3402/gha.v5i0.19078.
- Duguay, B., S. Paula, J.G. Pausas, J.A. Alloza, T. Gimeno et R.V. Vallejo, 2013: Effects of climate and extreme events on wildfire regime and their ecological impacts. In: *Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean, Volume 3: Case Studies* [Sous la direction de Navarra, A. et L. Tubiana]. Advances in Global Change Research Series: Vol. 52, Springer, Dordrecht, Pays-Bas, pp. 101-134.
- Dunne, J.P., R.J. Stouffer et J.G. John, 2013: Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming. *Nature Climate Change*, 3, 563-566.
- Fischer, E., K. Oleson et D. Lawrence, 2012: Contrasting urban and rural heat stress responses to climate change. *Geophysical Research Letters*, 39(3), L03705, doi:10.1029/2011GL050576.
- Hansen, J., M. Sato et R. Ruedy, 2012: Perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(37), E2415-E2423.
- Hansen, P.J., 2009: Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1534), 3341-3350.
- Henry, B., R. Eckard, J.B. Gaughan et R. Hegarty, 2012: Livestock production in a changing climate: adaptation and mitigation research in Australie. *Crop and Pasture Science*, 63(3), 191-202.
- Hoegh-Guldberg, O., P. Mumby, A. Hooten, R. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. Harvell, P. Sale, A. Edwards et K. Caldeira, 2007: Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318(5857), 1737-1742.
- Honda, Y., M. Ono et K.L. Ebi, 2011: Adaptation to the heat-related health impact of climate change in Japan. In: *Climate Change Adaptation in Developed Nations: From Theory to Practice* [Sous la direction de Ford, J.D. et L. Berrang-Ford]. Springer, Dordrecht, Pays-Bas, pp. 189-203.
- Hughes, T.P., S. Carpenter, J. Rockström, M. Scheffer et B. Walker, 2013: Multiscale regime shifts and planetary boundaries. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(7), 389-395.
- Johnston, F.H., S.B. Henderson, Y. Chen, J.T. Randerson, M. Marlier, R.S. DeFries, P. Kinney, D.M. Bowman et M. Brauer, 2012: Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environmental Health Perspectives*, 120(5), 695-701.
- Jones, P.G. et P.K. Thornton, 2009: Croppers to livestock keepers: livelihood transitions to 2050 in Africa due to climate change. *Environmental Science & Policy*, 12(4), 427-437.
- Kjellstrom, T., R. Kovats, S. Lloyd, T. Holt et R. Tol, 2009: The direct impact of climate change on regional labor productivity. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 64(4), 217-227.
- Nitschke, M., G.R. Tucker, A.L. Hansen, S. Williams, Y. Zhang et P. Bi, 2011: Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: a case-series analysis. *Environmental Health*, 10, 42, doi:10.1186/1476-069X-10-42.
- Pechony, O. et D. Shindell, 2010: Driving forces of global wildfires over the past millennium and the forthcoming century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(45), 19167-19170.
- Polley, H.W., D.D. Briske, J.A. Morgan, K. Wolter, D.W. Bailey et J.R. Brown, 2013: Climate change and North American rangelands: trends, projections, and implications. *Rangeland Ecology & Management*, 66(5), 493-511.
- Pörtner, H.O. et R. Knust, 2007: Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science*, 315(5808), 95-97.
- Rahmstorf, S. et D. Coumou, 2011: Increase of extreme events in a warming world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(44), 17905-17909.
- Reichstein, M., M. Bahn, P. Ciais, D. Frank, M.D. Mahecha, S.I. Seneviratne, J. Zscheischler, C. Beer, N. Buchmann et D.C. Frank, 2013: Climate extremes and the carbon cycle. *Nature*, 500(7462), 287-295.
- Sherwood, S.C. and M. Huber, 2010: An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(21), 9552-9555.
- Smith, K.R., M. Jerrett, H.R. Anderson, R.T. Burnett, V. Stone, R. Derwent, R.W. Atkinson, A. Cohen, S.B. Shonkoff et D. Krewski, 2010: Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: health implications of short-lived greenhouse pollutants. *The Lancet*, 374(9707), 2091-2103.
- St-Pierre, N., B. Cobanov et G. Schnitkey, 2003: Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86, E52-E77.
- Tawatsupa, B., V. Yiengprugsawan, T. Kjellstrom et A. Sleigh, 2012: Heat stress, health and well-being: findings from a large national cohort of Thai adults. *BMJ Open*, 2(6), e001396, doi:10.1136/bmjopen-2012-001396.
- Teixeira, E.I., G. Fischer, H. van Velthuizen, C. Walter et F. Ewert, 2013: Global hot-spots of heat stress on agricultural crops due to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170, 206-215.
- Thornton, P., J. Van de Steeg, A. Notenbaert et M. Herrero, 2009: The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 101(3), 113-127.
- van der Leun, J.C., R.D. Piacentini et F.R. de Grujil, 2008: Climate change and human skin cancer. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 7(6), 730-733.
- Wilhelmi, O., A++ de Sherbinin et M. Hayden, 2012: Chapter 12. Exposure to heat stress in urban environments: current status and future prospects in a changing climate. In: *Ecologies and Politics of Health* [King, B. and K. Crews (eds.)]. Routledge Press, Abingdon, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis, pp. 219-238.
- Williams, A.P., C.D. Allen, A.K. Macalady, D. Griffin, C.A. Woodhouse, D.M. Meko, T.W. Swetnam, S.A. Rauscher, R. Seager et H.D. Grissino-Mayer, 2013: Temperature as a potent driver of regional forest drought stress and tree mortality. *Nature Climate Change*, 3, 292-297.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Olsson, L., D.D. Chadee, O. Hoegh-Guldberg, M. Oppenheimer, J.R. Porter, H.-O. Pörtner, D. Satterthwaite, K.R. Smith, M.I. Travasso et P. Tschakert, 2014: Encart thématique – Stress thermique et vagues de chaleur. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 119-121.

Dangers, principales vulnérabilités, principaux risques et risques nouveaux recensés par le Groupe de travail II dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation (sélection)

Birkmann, Joern (Allemagne), Rachel Licker (États-Unis), Michael Oppenheimer (États-Unis), Maximiliano Campos (Costa Rica), Rachel Warren (Royaume-Uni), George Luber (États-Unis), Brian O'Neill (États-Unis) et Kiyoshi Takahashi (Japon)

Quelques-uns des dangers, des principales vulnérabilités, des principaux risques et des risques nouveaux recensés dans différents chapitres du présent rapport sont récapitulés dans le tableau ci-après (chapitres 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30). Les principaux risques sont déterminés par les dangers qui interagissent avec la vulnérabilité et l'exposition des systèmes humains, les écosystèmes et les espèces. Ce tableau témoigne de la complexité des risques déterminés par différents dangers liés au climat, facteurs de perturbation non climatiques et vulnérabilités aux multiples composantes. Il ressort des exemples donnés que des phénomènes sous-jacents, tels que la pauvreté, la précarité des régimes fonciers, l'urbanisation rapide et non viable et d'autres mutations démographiques, les insuffisances de la gouvernance, le peu d'intérêt porté par les gouvernements à la réduction des risques et les seuils de tolérance des espèces et des écosystèmes qui fournissent souvent des services importants aux communautés vulnérables, créent un environnement au sein duquel les changements climatiques risquent d'entraîner des dommages et des pertes. Le tableau montre que les grandes tendances qui se dégagent actuellement à l'échelle mondiale (urbanisation et autres mutations démographiques, etc.), lorsqu'elles s'ajoutent les unes aux autres, et dans des contextes de développement spécifiques (dans les régions côtières de faible élévation, par exemple), peuvent entraîner, lorsqu'elles interagissent avec les dangers d'origine climatique, de nouveaux risques systémiques pour lesquels les capacités d'adaptation et de gestion des risques ne suffisent plus, en particulier dans les régions particulièrement vulnérables, telles que les zones urbaines densément peuplées des deltas de faible élévation. Un ensemble représentatif d'orientations tirées des travaux des groupes de travail I et II y est présenté. Pour une description détaillée des méthodes utilisées pour choisir les entrées figurant dans le tableau, se reporter à la section 19.6.2.1.

Tableau PR-1 | Dangers/facteurs de perturbation, principales vulnérabilités, principaux risques et risques nouveaux: exemples

	Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux
Systèmes terrestres et d'eaux intérieures (chapitre 4)	Hausse de la température de l'air, du sol et de l'eau (sections 4.2.4, 4.3.2, 4.3.3).	Dépassement des limites de la tolérance écophysiologique des espèces au climat (capacités de survie et d'adaptation limitées), viabilité accrue des organismes allochtones.	Risque d'appauvrissement de la biodiversité locale, domination renforcée des organismes étrangers.	Disparition en cascade d'espèces indigènes en raison de leur interdépendance.
		Réaction à la propagation de vecteurs sensibles à la température (insectes) dans le domaine de la santé.	Risque d'apparition de flambées et/ou d'aggravation majeure des infestations de ravageurs et de pathogènes.	Les interactions entre les ravageurs, la sécheresse et les feux peuvent engendrer de nouveaux risques et avoir d'importantes répercussions négatives sur les écosystèmes.
	Modification du cycle saisonnier des pluies (section 4.3.3).	Hausse de la sensibilité des plantes et des services écosystémiques due au décalage entre les stratégies de survie des plantes et leurs possibilités de croissance.	Modification de l'assemblage des types fonctionnels de végétaux entraînant une modification du biome, assortie de risques pour les écosystèmes et les services écosystémiques.	Apparition, dans les zones à hivers pluvieux, de graminées ignifères qui se transforment en combustible pendant les étés secs.
Systèmes océaniques (chapitre 6)	Hausse de la température de l'eau, augmentation de la stratification (thermique et haline) et acidification des mers et des océans (section 6.1.1).	Dépassement des seuils de tolérance des espèces endémiques (capacités de survie et d'adaptation restreintes), abondance accrue des organismes envahissants, forte sensibilité des récifs coralliens d'eau chaude et des services écosystémiques destinés aux communautés côtières (sections 6.3.1, 6.4.1).	Risque d'appauvrissement des espèces endémiques, mélange de différents types d'écosystèmes, domination accrue des organismes envahissants. Risque accru de rétrécissement de la superficie couverte par les coraux et des écosystèmes associés, accompagné d'une diminution de la biodiversité et des services écosystémiques (section 6.3.1).	Aggravation des risques en raison des interactions, par ex., action conjuguée de l'acidification et du réchauffement sur les organismes calcaires (section 6.3.5).
		De nouvelles vulnérabilités peuvent apparaître en raison du déplacement des zones de productivité et des aires de répartition des espèces, principalement des basses latitudes vers les hautes latitudes (sections 6.3.4, 6.5.1), modification du potentiel de prise dans le secteur de la pêche en raison de la migration des poissons (sections 6.3.1, 6.5.2, 6.5.3).	Risques dus à l'incertitude concernant la productivité des nouveaux types d'écosystèmes et les services qui y sont liés (6.4.1, 6.5.3).	Aggravation des risques en raison des interactions entre le réchauffement, l'hypoxie et l'acidification, interactions nouvelles entre les biotes (sections 6.3.5, 6.3.6).
	Expansion des zones de minimum d'oxygène et des zones mortes côtières due à la stratification et à l'eutrophication (section 6.1.1).	Sensibilité accrue en raison du dépassement des seuils de tolérance de l'hypoxie des animaux de grande taille, réduction et disparition de l'habitat des poissons pélagiques et des invertébrés benthiques (section 6.3.3).	Risque de disparition d'animaux et de végétaux de grande taille, mutation vers des communautés, principalement microbiennes, adaptées à l'hypoxie accompagnée d'un appauvrissement de la biodiversité (section 6.3.3).	Aggravation des risques en raison de l'extension des zones hypoxiques dans des océans soumis au réchauffement et à l'acidification (section 6.3.5).
	Prolifération accrue d'algues nuisibles dans les zones côtières en raison de la hausse de la température de l'eau (section 6.4.2.3).	Hausse de la sensibilité et réduction des capacités d'adaptation d'importants écosystèmes et services en raison des nombreux facteurs de stress déjà existants (sections 6.3.5, 6.4.1).	Augmentation du risque en raison de la fréquence accrue des proliférations de dinoflagellés et de la dégradation et de la disparition potentielles respectives des écosystèmes et des services écosystémiques côtiers (section 6.4.2).	Aggravation démesurée des risques en raison des interactions entre différents facteurs de stress (section 6.3.5).
Sécurité alimentaire et systèmes de production alimentaire (chapitre 7)	Hausse des températures moyennes et de la fréquence des températures extrêmes (sections 7.1, 7.2, 7.4, 7.5).	Sensibilité de tous les éléments du système alimentaire, de la production à la consommation, en particulier pour ce qui est des grandes cultures céréalières.	Risque de mauvaises récoltes, défaillance de la distribution alimentaire et des processus d'entreposage.	La production et la qualité des denrées alimentaires subiront les répercussions de la hausse de la population mondiale, qui s'établira à environ 9 milliards de personnes, conjuguée à la hausse des températures et des gaz à l'état de traces comme l'ozone. Établissement d'une limite supérieure de la température pour ce qui est de la capacité de certains systèmes alimentaires à s'adapter.
	Précipitations extrêmes et sécheresse (section 7.4).	Sensibilité et vulnérabilité des cultures, des pâturages et du bétail à la sécheresse et aux précipitations extrêmes.	Risque de mauvaises récoltes, d'une limitation de l'accès aux denrées alimentaires et d'un abaissement de leur qualité.	Les crues et la sécheresse ont des répercussions sur les rendements agricoles et la qualité des récoltes et des effets directs sur l'accès aux denrées alimentaires dans la plupart des pays en développement (section 7.4).
Zones urbaines (chapitre 8)	Inondations à l'intérieur des terres (sections 8.2.3, 8.2.4).	Nombre important de personnes exposées aux inondations dans les zones urbaines. Les populations à faible revenu qui vivent dans des zones d'habitation non officielles sans infrastructures adéquates (souvent dans des plaines inondables ou sur les rives d'un cours d'eau) sont les plus vulnérables. Ces implantations ont des conséquences désastreuses, du point de vue de l'hygiène du milieu, en raison d'infrastructures urbaines de drainage surutilisées, vieillissantes, mal entretenues et inadéquates et du grand nombre de surfaces imperméables. Souvent, les collectivités locales ne sont pas en mesure de mettre en place les mesures indispensables de prévention des catastrophes liées aux inondations, voire ne le souhaitent pas. Une grande partie des populations urbaines ne sont pas en mesure d'obtenir ou d'acquiescer une assurance ou un logement les protégeant contre les crues. Certains groupes sont plus sensibles que d'autres aux problèmes de santé liés aux inondations, parmi lesquels peut figurer une hausse des maladies transmises par les moustiques ou d'origine hydrique.	Risque de décès et de blessures et dérèglement des moyens de subsistance/revenus, des approvisionnements alimentaires et de l'eau potable	Dans de nombreuses zones urbaines, hausse de l'ampleur et de la fréquence des inondations, dont les répercussions toucheront un plus grand nombre de personnes. Absence d'assurance ou conséquences entraînant des coûts supérieurs aux limites de l'assurance. Déplacement du fardeau de la gestion des risques, qui passe de l'État aux personnes vulnérables, ce qui creusera les inégalités et entraînera la dégradation des biens, l'abandon des quartiers urbains et la création de zones pièges pauvres où les risques seront élevés.
	Inondations côtières (y compris élévation du niveau de la mer et ondes de tempête) (sections 8.1.4, 8.2.3, 8.2.4).	Concentrations élevées de personnes, d'entreprises et de biens matériels, y compris des infrastructures essentielles vulnérables dans des zones côtières non protégées de faible élévation. Les populations urbaines qui ne sont pas en mesure d'obtenir ou d'acquiescer une assurance ou un logement les protégeant contre les inondations sont particulièrement vulnérables. Les collectivités locales ne sont pas en mesure de mettre en place les mesures indispensables de prévention des catastrophes liées aux inondations, voire ne le souhaitent pas.	Risque de décès et de blessure et dérèglement des moyens de subsistance/revenus, des approvisionnements alimentaires et de l'eau de boisson.	Ces trente prochaines années, le nombre de personnes habitant dans les zones urbaines devrait augmenter d'environ 2 milliards. L'élévation du niveau de la mer s'accompagnera d'une augmentation des risques au fil du temps, avec des concentrations élevées, souvent en hausse, de la population et des activités économiques le long des côtes. Absence d'assurance ou conséquences entraînant des coûts supérieurs aux limites de l'assurance. Déplacement du fardeau de la gestion des risques, qui passera de l'État aux personnes vulnérables, ce qui creusera les inégalités et entraînera la dégradation des biens, l'abandon des quartiers urbains et la création de zones pièges pauvres où les risques sont élevés.

Suite à la page suivante →

Tableau PR-1 (suite)

	Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux
Zones urbaines (chapitre 8) (suite)	Chaleur et froid (y compris effet d'îlot de chaleur urbain) (section 8.2.3).	Les populations urbaines importantes, souvent en plein essor, de nourrissons, de jeunes enfants, de personnes âgées, de femmes enceintes et de personnes souffrant de maladies chroniques ou dont le système immunitaire est défaillant, qui sont exposées à des températures plus élevées (en particulier dans les îlots de chaleurs) et à des vagues de froid imprévues, sont particulièrement vulnérables. Incapacité des organismes locaux chargés de la santé, des urgences et des services sociaux à s'adapter à de nouveaux niveaux de risque et à mettre en place les initiatives dont ont besoin les groupes vulnérables.	Augmentation du risque de mortalité et de morbidité, y compris modification des régimes saisonniers et des concentrations en raison de la hausse des températures des journées chaudes ou de l'allongement de la durée de ces températures élevées ou des vagues de froids imprévues. Il est plus difficile d'éviter les risques pour les groupes à faible revenu.	La durée et la variabilité des vagues de chaleur augmentent les risques à terme pour la plupart des régions, en raison des interactions avec de nombreux facteurs de perturbation, tels que la pollution atmosphérique.
	Pénuries d'eau et sécheresse en milieu urbain (sections 8.2.3, 8.2.4).	Absence d'eau courante pour des centaines de millions de foyers en milieu urbain. De nombreuses zones urbaines subissent des pénuries d'eau et des approvisionnements irréguliers, ce qui complique le renforcement des approvisionnements. Manque de capacités et de résilience des mécanismes de gestion de l'eau, y compris des liens entre zones rurales et zones urbaines. Dépendance des systèmes de production d'énergie vis-à-vis des ressources en eau.	Risques découlant des insuffisances des services de distribution de l'eau aux populations et à l'industrie en zone urbaine et ayant des répercussions sur les populations et sur l'économie. Risque de dégâts et de perte pour l'écologie urbaine et les services associés, y compris l'agriculture urbaine et péri-urbaine.	La viabilité des villes peut être menacée par la diminution ou l'épuisement des sources d'eau douce—y compris pour les villes qui sont tributaires de l'eau de fonte de glaciers lointains ou d'eaux souterraines qui s'appauvrissent.
	Aggravation de la pollution atmosphérique due à la modification des régimes météorologiques urbains (section 8.2.3).	Augmentation de l'exposition à la pollution et des niveaux de pollution; répercussions les plus graves au sein des populations sensibles d'un point de vue physiologique. Capacités de survie et d'adaptation restreintes, faute de mise en œuvre, par les autorités municipales, de la législation régissant la lutte contre la pollution.	Augmentation du risque de mortalité et de morbidité, abaissement de la qualité de vie. Ces risques peuvent également affaiblir la compétitivité des métropoles mondiales et donc leur capacité à attirer les travailleurs des industries de base et les investissements essentiels.	Crises sanitaires complexes, qui s'aggravent mutuellement.
	Dangers de nature géohydrologique (invasion d'eau salée, glissements de terrain/coulées de boue, subsidence) (sections 8.2.3, 8.2.4).	Structures locales et réseaux d'infrastructures (eau courante, assainissement, drainage, communications, transport, électricité, gaz) particulièrement sensibles. Incapacité de nombreux ménages à faible revenu à trouver un logement dans des endroits plus sûrs.	Risque d'endommagement des réseaux d'infrastructures. Risque de décès et de dégâts matériels.	Possibilités de répercussions locales et d'effets cumulés importants. Effet d'entraînement sur les activités et le bien-être dans les zones urbaines.
	Intensification des tempêtes de vent (sections 8.1.4, 8.2.4).	Bâtiments et infrastructures matérielles hors normes; les services et les fonctions qu'ils appuient sont particulièrement sensibles. Infrastructures et bâtiments vieux et difficiles à mettre en conformité dans les villes. Autorités locales incapables ou non désireuses d'accorder l'attention voulue à la prévention des catastrophes (capacités de survie et d'adaptation limitées).	Risque de détérioration des logements, des entreprises et des infrastructures publiques. Risque de disparition de fonctions et de services. Remise en état difficile, en particulier faute d'assurance.	Difficultés pour les particuliers, les entreprises et les organismes publics lorsque la mise en conformité est coûteuse et que d'autres secteurs ou entités s'accaparent les budgets d'équipement; possibilités de tensions entre les investissements pour le développement et ceux pour la prévention des risques.
	Mutation du profil de risques, y compris nouveaux dangers et nouveaux complexes multidangers (sections 8.1.4, 8.2.4).	Populations et infrastructures nouvellement exposées, en particulier celles dotées de capacités limitées en matière de prévision des risques multidangers et de prévention des risques, par ex., lorsque la planification de la gestion des risques est trop axée sur des dangers spécifiques, notamment lorsque les infrastructures matérielles sont conçues au préalable en anticipant d'autres risques (par ex., de nature géophysique et non hydrométéorologique).	Risque de défaillance des systèmes couplés, par ex., dépendance des réseaux de drainage vis-à-vis des pompes électriques, dépendance des services d'urgence vis-à-vis des routes et des télécommunications. Possibilité de choc psychologique dû à des risques imprévus.	Perte de confiance dans les institutions chargées de la gestion du risque. Possibilité de répercussions extrêmes exacerbées par un manque de préparation et des capacités de réactions insuffisantes.
	Dangers complexes à évolution lente, y compris élévation de la température et variabilité de la température et de l'eau (sections 8.2.2, 8.2.4).	De grandes parties des populations urbaines des pays à faible revenu et à revenu intermédiaire dont les moyens de subsistance ou les approvisionnements alimentaires sont tributaires de l'agriculture urbaine et péri-urbaine sont particulièrement vulnérables.	Risque d'appauvrissement ou de dégradation du sol, des capacités des bassins versants, de la production de bois de chauffe, de l'agriculture urbaine et péri-urbaine et d'autres services écosystémiques de production ou de protection. Risque de répercussions avec effet domino pour les moyens de subsistance urbains et péri-urbains et la santé en milieu urbain.	Effondrement des économies et des services écosystémiques péri-urbains, ce qui aura des répercussions à plus grande échelle sur la sécurité alimentaire, la prestation de services et la prévention des catastrophes en milieu urbain.
	Risque, provoqué ou exacerbé par les changements climatiques, de prolifération des maladies et d'une plus grande exposition aux vecteurs de maladies (sections 8.2.3, 8.2.4).	Grande partie de la population urbaine exposée aux maladies d'origine alimentaire ou hydrique, au paludisme, à la dengue et à d'autres maladies transmises par des vecteurs sur lesquelles les changements climatiques ont des répercussions.	Risque dû à l'augmentation de l'exposition à ces maladies.	Les systèmes de santé publique ne sont pas capables de faire face parallèlement à ces risques sanitaires et à d'autres risques liés aux changements climatiques, tels que les inondations.
Zones rurales (chapitre 9)	Sécheresse dans les zones de parcours (sections 9.3.3.1, 9.3.5.2).	Vulnérabilité accrue en raison de la désertification des zones de parcours, de l'inadéquation des politiques foncières, de la méconnaissance et de la diminution des moyens de subsistance des éleveurs et des litiges au sujet des ressources naturelles; tous ces facteurs sont dus à l'éloignement et à l'impuissance des communautés.	Risque de famine. Risque de perte des revenus tirés du commerce du bétail.	Pression accrue sur les moyens de subsistance ruraux en raison des maladies animales dans les zones d'élevage et des répercussions directes de la sécheresse.
	Effets des changements climatiques sur la pêche artisanale (sections 9.3.3.1, 9.3.5.2).	La pêche artisanale subit les conséquences de la pollution et de la disparition des mangroves, de la concurrence avec l'aquaculture, du manque d'intérêt des gouvernements et des chercheurs et de la complexité des droits de propriété.	Risque de pertes économiques pour les personnes pratiquant la pêche artisanale, en raison de la diminution des prises et du revenu, et des dégâts occasionnés aux engins de pêche et aux infrastructures.	Diminution des protéines alimentaires pour les personnes qui consomment du poisson issu de la pêche artisanale, conjuguée à d'autres risques liés au climat.

Suite à la page suivante →

Tableau PR-1 (suite)

	Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux
Zones rurales (chapitre 9) (suite)	Pénuries d'eau et sécheresse en zones rurales (section 9.3.5.1.1).	Populations rurales privées d'accès à l'eau (boisson et irrigation). Forte dépendance des populations rurales vis-à-vis d'activités liées aux ressources naturelles. Absence de capacités et de résilience des mécanismes de gestion des ressources hydriques (déterminés par les institutions). Hausse des besoins en eau due à la pression démographique.	Risque de réduction de la productivité agricole des populations rurales, y compris celles qui sont tributaires de l'agriculture pluviale ou irriguée, ou de variétés à haut rendement, de la foresterie et de la pêche dans les eaux intérieures. Risque d'insécurité alimentaire et de baisse des revenus. Diminution de l'état nutritionnel des ménages (section 9.3.5.1).	Répercussions sur les moyens de subsistance dues aux interactions avec d'autres facteurs (institutions chargées de la gestion des ressources hydriques, besoins en eau, eau utilisée par des cultures non vivrières), y compris conflits potentiels pour l'accès à l'eau. Maladies d'origine hydrique.
Santé (chapitre 11)	Multiplication et intensification des extrêmes de chaleur.	Les personnes âgées résidant en milieu urbain sont les plus menacées par les journées chaudes et les vagues de chaleur, ainsi que les personnes qui présentaient des problèmes de santé antérieurs (section 11.3).	Risque d'une hausse de la mortalité et de la morbidité pendant les journées chaudes et les vagues de chaleur (section 11.4.1). Risque de mortalité, de morbidité et de baisse de productivité, en particulier chez les travailleurs manuels qui vivent dans des climats chauds.	Il est prévu que le nombre de personnes âgées triple entre 2010 et 2050, ce qui peut entraîner une surcharge des services de santé et d'urgence.
	Hausse de la température et de la variabilité des précipitations.	Les populations les plus démunies sont particulièrement sensibles aux baisses de rendement des cultures locales dues au climat. L'insécurité alimentaire peut entraîner la dénutrition. Les enfants sont particulièrement exposés (section 11.3).	Risque d'une augmentation des pertes causées par la maladie et d'une hausse de l'insécurité alimentaire pour certaines populations. Risque accru d'un ralentissement, voire d'une régression des progrès réalisés en matière de réduction de la mortalité et de la morbidité dues à la dénutrition (section 11.6.1).	Effets conjugués des répercussions climatiques, de la croissance démographique, de la stagnation des gains de productivité, des besoins fonciers pour l'élevage, des biocombustibles, de la persistance des inégalités et de l'insécurité alimentaire qui continue de frapper les populations les plus démunies.
	Hausse des températures, modification des régimes des précipitations.	Exposition de populations non immunisées à des maladies d'origine hydrique et transmises par vecteur qui sont sensibles aux conditions météorologiques (section 11.3).	La hausse des risques sanitaires due aux fluctuations de la répartition spatio-temporelle des maladies fait peser de lourdes contraintes sur les systèmes publics de santé, en particulier lorsqu'elle s'accompagne d'une récession économique (section 11.5.1).	L'évolution rapide du climat et d'autres facteurs environnementaux est susceptible de favoriser l'apparition de nouveaux pathogènes.
	Hausse de la variabilité des précipitations.	Populations exposées à la diarrhée aggravée par la hausse des températures, et précipitations exceptionnellement fortes ou faibles (section 11.3).	Risque que les progrès réalisés en matière de réduction de la mortalité infantile due à des maladies diarrhéiques soient entravés (section 11.5.2).	Les défaillances accrues des infrastructures d'approvisionnement en eau et d'assainissement dues aux changements climatiques renforcent le risque de diarrhées.
Moyens de subsistance et pauvreté (chapitre 13)	Multiplication et intensification des sécheresses, associées à une baisse des précipitations et/ou une baisse de la prévisibilité des pluies (sections 13.2.1.2, 13.2.1.4, 13.2.2.2).	Les agriculteurs démunis (degré élevé de pauvreté chronique), en particulier dans les zones arides, sont exposés à ces dangers, en raison de leur très faible capacité à compenser les pertes de bétail et la disparition de systèmes agricoles tributaires de l'eau.	Risque de dégâts irréversibles dus à la brièveté des périodes de récupération entre les sécheresses; le point de bascule n'est pas loin pour les systèmes d'agriculture pluviale et/ou les petits éleveurs.	Moyens de subsistance pris dans les pièges de la pauvreté, aggravation de l'insécurité alimentaire, baisse de la productivité des terres, déplacement de populations et apparition de citoyens pauvres dans les pays à revenu faible ou intermédiaire.
	Inondations et crues soudaines dans les colonies urbaines spontanées et les régions montagneuses, entraînant la destruction de biens matériels (logements, routes, terrasses, canaux d'irrigation, etc.) (sections 13.2.1.1, 13.2.1.3, 13.2.1.4).	Fort exposition et vulnérabilité des populations, en particulier des enfants, des personnes âgées et des handicapés dans les régions inondables. La vulnérabilité de ces populations des colonies urbaines spontanées est exacerbée par l'insuffisance des infrastructures, le rôle dévolu aux femmes et aux hommes par la société et la capacité limitée à faire face et à s'adapter due à la marginalisation politique et institutionnelle et à la grande pauvreté de ces populations; intérêt limité des personnalités politiques dans le développement et le renforcement des capacités d'adaptation.	Fort exposition et vulnérabilité des populations, en particulier des enfants, des personnes âgées et des handicapés dans les régions inondables. La vulnérabilité de ces populations des colonies urbaines spontanées est exacerbée par l'insuffisance des infrastructures, le rôle dévolu aux femmes et aux hommes par la société et la capacité limitée à faire face et à s'adapter due à la marginalisation politique et institutionnelle et à la grande pauvreté de ces populations; intérêt limité des personnalités politiques dans le développement et le renforcement des capacités d'adaptation.	Accroissement des inégalités entre, d'une part, les ménages mieux lotis, capables d'investir dans des mesures de maîtrise des crues et dans des polices d'assurance contre les inondations, et, d'autre part, des populations toujours plus vulnérables menacées par l'expulsion, la disparition de leurs moyens de subsistance et le déplacement.
	Hausse de la variabilité des précipitations; mutation du climat moyen et des phénomènes extrêmes (sections 13.2.1.1, 13.2.1.4).	Hausse de la variabilité des précipitations; mutation du climat moyen et des phénomènes extrêmes (sections 13.2.1.1, 13.2.1.4).	La combinaison danger-vulnérabilité fait passer les populations de la pauvreté temporaire à la pauvreté chronique en raison de la marginalisation politique et socio-économique, constante et irréversible. En outre, le risque est aggravé par l'absence de soutien de la part des gouvernements et l'efficacité limitée des interventions.	Vulnérabilité et dénuement polymorphes et invisibles lorsque les dangers climatiques et les facteurs de perturbation socio-économiques coïncident.
	Phénomènes extrêmes successifs (inondations, sécheresses) auxquels s'ajoute une hausse de la température et des besoins en eau (sections 13.2.1.1, 13.2.1.5).	Les communautés rurales sont particulièrement exposées, car les utilisateurs d'eau des zones rurales sont marginalisés au profit des utilisateurs des milieux urbains qui bénéficient de priorités d'un point de vue politique et économique (Australie, Andes, Himalaya, Caraïbes, etc.).	Risque de disparition des moyens de subsistance dans les zones rurales, de graves pertes économiques dans le domaine de l'agriculture et de dégradation des valeurs et de l'identité culturelles; répercussions sur la santé mentale (y compris hausse du taux de suicide).	Disparition, dans les zones rurales, de moyens de subsistance qui existaient depuis des générations, intensification de l'exode rural vers les centres urbains; apparition d'une nouvelle pauvreté dans les pays à revenu moyen et élevé.
	Élévation du niveau de la mer (sections 13.1.4, 13.2.1.1, 13.2.2.1, 13.2.2.3).	Nombre élevé de personnes exposées dans les zones de faible élévation conjugué à une forte vulnérabilité due à une pauvreté protéiforme, des options limitées de moyens de subsistance pour les ménages les plus pauvres et l'exclusion des structures décisionnelles des institutions.	Risque de détérioration grave et de disparition des moyens de subsistance. Disparition potentielle de biens communs, de l'appartenance géographique ou culturelle et de l'identité, en particulier au sein des populations autochtones.	Disparition de moyens de subsistance et risques pour la santé mentale en raison du bouleversement profond de l'environnement, disparition de ressources naturelles et déplacements potentiels; augmentation des migrations.
	Hausse de la température et du nombre de vagues de chaleur (sections 13.2.1.5, 13.2.2.3, 13.2.2.4).	Populations particulièrement vulnérables: ouvriers agricoles, petits exploitants dans les régions où sévissent une pauvreté protéiforme et la marginalisation économique, enfants des bidonvilles urbains et personnes âgées.	Risque de hausse de la morbidité et de la mortalité en raison du stress thermique, parmi les travailleurs (hommes et femmes), les enfants et les personnes âgées, protection limitée due à la discrimination socio-économique et à l'inefficacité des interventions gouvernementales.	Diminution de la main-d'œuvre agricole, à laquelle s'ajoutent de nouveaux défis pour les systèmes de santé des zones rurales dans les pays à faible et à moyen revenu; vulnérabilité des personnes âgées et des personnes à faible revenu sans protection sociale dans les pays à revenu élevé.

Suite à la page suivante →

Tableau PR-1 (suite)

	Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux
Moyens de subsistance et pauvreté (chapitre 13) (suite)	Variabilité accrue des précipitations et/ou des phénomènes extrêmes (inondations, sécheresses, vagues de chaleur) (sections 13.2.1.1, 13.2.1.3, 13.2.1.4, 13.2.1.5).	Les personnes fortement tributaires de l'agriculture pluviale sont particulièrement vulnérables. Pauvreté chronique des paysans pratiquant l'agriculture de subsistance et des ouvriers des zones urbaines, qui sont acheteurs nets de denrées alimentaires et disposent de mécanismes d'adaptation limités.	Risque de mauvaises récoltes, pic des prix des denrées alimentaires, réduction de la consommation pour protéger les biens des ménages, risque d'insécurité alimentaire, transition d'une pauvreté temporaire à une pauvreté chronique en raison des capacités limitées à réduire les risques.	Émeutes de la faim, pauvreté alimentaire infantile, crises alimentaires mondiales, plafonnement des assurances et d'autres stratégies de répartition des risques.
	Mutation (temporelle et spatiale) des régimes pluviométriques.	Ménages ou personnes fortement tributaires de l'agriculture pluviale et bénéficiant d'un accès réduit à d'autres types de revenu.	Risque de mauvaises récoltes, pénuries alimentaires, famines graves.	Lorsque les dangers coïncident avec des périodes pendant lesquelles les cours mondiaux des denrées alimentaires sont élevés, les stratégies et les mécanismes d'adaptation tels que l'assurance récolte (répartition des risques) risquent d'être inefficaces.
	Facteur de perturbation résultant de la hausse exponentielle des besoins en matières premières de biocarburants (et du prix de ces dernières) en raison des politiques sur le climat.	Les agriculteurs et les groupes dont les arrangements fonciers ne sont pas clairement établis ou sont précaires risquent l'expropriation en raison de l'accapement des terres dans les pays en développement.	Risque de dégradation et de disparition des moyens de subsistance pour certains habitants des zones rurales en raison de la hausse exponentielle des besoins en matières premières de biocarburants, de la précarité des régimes fonciers et de l'accapement des terres.	Risque de dégradation et de disparition des moyens de subsistance dus au raccourcissement du délai de récupération entre deux extrêmes. La reconstitution du cheptel des éleveurs peut prendre des années; les paysans pratiquant l'agriculture en terrasse ont besoin de remettre en état les terrasses après les inondations, ce qui peut prendre des années.
Risques nouveaux et principales vulnérabilités (chapitre 19)	Hausse de la fréquence des phénomènes extrêmes (sécheresses, inondations), par exemple, des sécheresses/inondations qui ont lieu tous les 5 ans.	Risque de dégradation des biens productifs des petits éleveurs et des petits exploitants (troupeaux, digues, clôtures, terrasses, etc.).	Risque de dégradation et de disparition des moyens de subsistance dus au raccourcissement du délai de récupération entre deux extrêmes. La reconstitution du cheptel des éleveurs peut prendre des années; les paysans pratiquant l'agriculture en terrasse ont besoin de remettre en état les terrasses après les inondations, ce qui peut prendre des années.	Risque de dégradation et de disparition des moyens de subsistance dus au raccourcissement du délai de récupération entre deux extrêmes. La reconstitution du cheptel des éleveurs peut prendre des années; les paysans pratiquant l'agriculture en terrasse ont besoin de remettre en état les terrasses après les inondations, ce qui peut prendre des années.
	Réchauffement et assèchement (modification, d'une ampleur non déterminée, des régimes pluviométriques.) (GTI RES RT 5.3; RID; sections 11.3, 12.4).	Limites des capacités à faire face à la diminution des disponibilités en eau; hausse de l'exposition et de la demande due à la croissance démographique; besoins divergents pour ce qui est des autres types d'utilisation de l'eau; contraintes socioculturelles pour certaines des options d'adaptation (sections 19.2.2, 19.3.2.2, 19.6.1.1, 19.6.3.4).	Risque de dommages et de pertes dus à la dégradation des moyens de subsistance découlant des contraintes qui entravent systématiquement l'utilisation des ressources en eau et en raison desquelles l'offre est nettement inférieure à la demande. En outre, l'insuffisance des solutions d'intervention et d'adaptation augmente ce risque de dommages et de pertes (sections 19.3.2.2, 19.6.3.4).	La lutte pour l'eau que se livrent différents secteurs (énergie, agriculture, industrie, etc.) et les changements climatiques s'influencent mutuellement et entraînent des pénuries dont la gravité peut être importante à l'échelle locale (sections 19.3.2.2, 19.6.3.4).
Afrique (chapitre 22)	Mutation des températures et des précipitations régionales et saisonnières au-dessus des terres émergées (GTI RES RT 5.3; RID; sections 11.3, 12.4).	Dépendance extrême des communautés vis-à-vis des services écosystémiques (sections 19.2.2.1, 19.3.2.1), qui subissent les répercussions négatives des changements de la température régionale et saisonnière.	Risque d'affaiblissement à grande échelle de la richesse spécifique sur la majeure partie des terres émergées. 57 ± 6% des espèces végétales communes et largement répandues et 34 ± 7% des espèces animales communes et largement répandues devraient perdre ≥50% de leur aire de répartition climatique actuelle d'ici aux années 2080, ce qui entraînera une diminution des services (section 19.3.2.1).	Disparition généralisée de services écosystémiques, y compris: approvisionnements (denrées alimentaires, eau, etc.); régulation (maîtrise du climat et des maladies, etc.); soutien (cycles des nutriments, pollinisation des cultures, etc.) et éléments culturels (avantages spirituels, loisirs, etc.) (sections 19.3.2.1, 19.6.3.4)
	Hausse de la température.	Les enfants, les femmes enceintes et les malades sont particulièrement menacés par l'évolution des maladies diarrhéiques et des maladies transmises par des vecteurs et par la baisse de rendement des cultures dues à la température. Les plus sensibles à la chaleur sont les personnes qui travaillent à l'extérieur, les personnes âgées et les jeunes enfants (journées chaudes et vagues de chaleur) (sections 22.3.5.2, 22.3.5.4).	Risque de modification de la répartition géographique, des variations saisonnières et de l'incidence des maladies infectieuses, entraînant un alourdissement de la charge pour les services de santé. Risque d'augmentation des retards de croissance chez l'enfant. Risque de hausse de la morbidité et de la mortalité pendant les journées chaudes et les vagues de chaleur.	Les interactions entre les différents facteurs entraînent l'occurrence et la réapparition d'épidémies.
		Dépendance des populations vis-à-vis des systèmes aquatiques et des services écosystémiques aquatiques qui sont sensibles à la hausse des températures.	Disparition d'écosystèmes aquatiques et risque pour les personnes susceptibles de dépendre de ces ressources; baisse de production de la pêche d'eau douce (sections 22.3.2.2, 22.3.4.4).	Risque, pour les communautés les plus démunies, de disparition des moyens de subsistance due aux interactions entre la disparition de services écosystémiques et d'autres facteurs de perturbation liés au climat.
		Populations rurales et urbaines dont la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance sont affaiblis.	Risque de dommages et de pertes dus à l'augmentation du stress thermique que subissent les cultures et le bétail et qui entraîne une baisse de la productivité; augmentation des pertes de denrées alimentaires entreposées en raison de leur dégradation (sections 22.3.4.1, 22.3.4.2).	Extension de l'aire de répartition des ravageurs et des maladies des cultures vers les agroécosystèmes d'altitude (section 22.3.4.3).
Phénomènes extrêmes, par exemple, inondations et crues soudaines (et sécheresse).	Populations qui vivent dans des établissements spontanés dans des zones urbaines particulièrement exposées; les femmes et les enfants sont souvent les plus sensibles au risque de catastrophe (sections 22.3.6 et 22.4.3)	Populations qui vivent dans des établissements spontanés dans des zones urbaines particulièrement exposées; les femmes et les enfants sont souvent les plus sensibles au risque de catastrophe (sections 22.3.6 et 22.4.3)	Hausse du risque de mortalité, dommages et pertes dus à l'engorgement engendré par les fortes précipitations.	Aggravation du risque d'épidémie, y compris de maladies diarrhéiques (choléra, etc.).
	Parmi les groupes vulnérables figurent les populations bénéficiant d'un accès réduit aux denrées alimentaires, telles que les citadins pauvres, dont la capacité à transporter, entreposer et commercialiser les produits vivriers est réduite.	Parmi les groupes vulnérables figurent les populations bénéficiant d'un accès réduit aux denrées alimentaires, telles que les citadins pauvres, dont la capacité à transporter, entreposer et commercialiser les produits vivriers est réduite.	Risque de pénuries alimentaires et de détérioration des systèmes alimentaire en raison des tempêtes et des inondations.	Pic des cours des denrées alimentaires en raison de la convergence des forces, climatique ou non, qui entravent l'accès à l'alimentation des populations pauvres dont une part anormalement élevée du revenu est consacrée à l'alimentation (section 22.3.4.5)
	Les enfants, les femmes enceintes et les malades souffrent particulièrement de l'accès réduit à l'eau et aux systèmes améliorés d'assainissement et de la hausse de l'insécurité alimentaire (sections 22.3.5.2, 22.3.5.3)	Les enfants, les femmes enceintes et les malades souffrent particulièrement de l'accès réduit à l'eau et aux systèmes améliorés d'assainissement et de la hausse de l'insécurité alimentaire (sections 22.3.5.2, 22.3.5.3)	Risque de mauvaises récoltes et de pertes de bétail dues à la sécheresse. Risque de diminution des approvisionnements en eau et de la qualité de l'eau pour les ménages (sections 22.3.4.1, 22.3.4.2). Risque d'augmentation de la fréquence des maladies alimentaires et des maladies d'origine hydrique (choléra, etc.) et de dénutrition. Risque de contamination de l'eau potable due aux fortes précipitations et aux inondations (section 22.3.5.2)	Effets conjugués de la température élevée et des changements de la pluviométrie sur les systèmes humains et naturels. Incidence accrue des retards de croissance sur les enfants (section 22.3.5.3).

Suite à la page suivante →

Tableau PR-1 (suite)

	Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux
Europe (chapitre 23)	Phénomènes météorologiques extrêmes (section 23.9).	Les secteurs dotés de capacités limitées en matière de résilience et d'adaptation et d'une sensibilité élevée à ces phénomènes extrêmes, tels que les secteurs du transport, de l'énergie et de la santé, sont particulièrement vulnérables.	Risque de nouvelles menaces systémiques dues à la pression que subissent des secteurs nombreux et interdépendants. Risque de défaillance de la prestation de services dans un ou plusieurs secteurs.	Intensification démesurée du risque due à l'amplification des interdépendances.
	Les changements climatiques augmentent la répartition spatiale et la saisonnalité des ravageurs et des maladies (section 23.4.1, 23.4.3, 23.4.4).	Fortes sensibilité des espèces végétales et animales qui sont exposées aux ravageurs et aux maladies.	Risque d'augmentation des pertes de récolte et des maladies animales, voire mortalité du bétail.	Augmentation des risques liée au petit nombre d'interventions possibles et à la diversité des processus de rétroaction dans le domaine de l'agriculture, par exemple, l'utilisation de pesticides ou d'antibiotiques pour protéger les plantes et le bétail renforce la résistance des vecteurs de maladie.
	Phénomènes météorologiques extrêmes et diminution des disponibilités en eau due aux changements climatiques (section 23.3.4).	La faible capacité d'adaptation des systèmes électriques pourrait entraîner une réduction des approvisionnements en énergie et une hausse des coûts d'approvisionnement pendant les phénomènes extrêmes et lorsque ce type de conditions prévaut.	Risque accru de pénuries d'électricité dû aux approvisionnements limités provenant, par ex., des centrales nucléaires, lorsque les températures exceptionnellement élevées entraînent une diminution de l'eau de refroidissement.	Le fait que les systèmes énergétiques d'adaptation continuent de faire l'objet de sous-investissements pourrait accroître le risque de déséquilibre entre les approvisionnements en énergie limités pendant ces phénomènes et la hausse de la demande, par ex. pendant les vagues de chaleur.
Asie (chapitre 24)	Hausse de la température moyenne et de la fréquence des températures extrêmes, et modification de la configuration (temporelle et spatiale) des pluies.	Les systèmes d'alimentation et les systèmes de production alimentaire des grandes cultures céréalières, en particulier la riziculture et les autres systèmes de production céréalière, sont particulièrement vulnérables (section 24.4.4.3).	Le risque de mauvaises récoltes et de baisse des rendements agricoles peut également augmenter le risque de pertes majeures pour les agriculteurs et les moyens de subsistance dans les zones rurales (section 24.4.4.3).	L'augmentation de la population en Asie, conjuguée à la hausse des températures, a des incidences sur la production vivrière. Pour certains systèmes d'alimentation, les températures maximales au-dessus desquelles l'adaptation n'est plus possible pourraient être atteintes.
	Élévation du niveau de la mer.	Les rizières et les agriculteurs dont les exploitations sont situées le long des côtes sont particulièrement vulnérables (section 24.4.4.3).	Risque de disparition de zones arables due à la submersion (section 24.4.4.3).	La migration des communautés agricoles vers des zones plus élevées entraînent des risques pour les migrants et pour les régions d'accueil.
	Augmentation prévue de la fréquence de plusieurs phénomènes extrêmes (vagues de chaleur, inondations et sécheresse) et élévation du niveau de la mer.	Exposition accrue en raison de la convergence des moyens de subsistance et des biens vers les mégapoles côtières. Les personnes qui vivent dans des zones qui ne sont pas suffisamment protégées contre les risques naturels sont particulièrement vulnérables.	Risque de pertes de vies humaines et de biens dues aux inondations côtières, assorti d'une intensification des vulnérabilités.	Augmentation prévue des défaillances des services de base tels que l'approvisionnement en eau, l'assainissement, la distribution d'énergie et les systèmes de transport, ce qui risque d'augmenter les vulnérabilités.
Australasie (chapitre 25)	Élévation de la température de l'air et de la mer en surface, tendances à la sécheresse, diminution de la couverture neigeuse, augmentation des cyclones de forte intensité, acidification de l'océan (section 25.2; tableau 25-1; figure 25-4; GTI RES chapitre 14 et Atlas).	Les espèces qui évoluent dans une aire climatique limitée et qui subissent la fragmentation de leur habitat et l'agression de facteurs perturbants externes (pollution, ruissellement, pêche, tourisme, introduction de prédateurs, ravageurs) sont particulièrement vulnérables (sections 25.6.1, 25.6.2).	Risque de mutation profonde de la composition des communautés et de la structure des récifs coralliens et des écosystèmes de moyenne montagne et risque de disparition de certaines espèces endémiques en Australie (sections 25.6.1, 25.6.2, 25.10.2).	Risque accru dû aux phénomènes extrêmes qui s'aggravent mutuellement dans le temps et dans l'espace, et besoins en cascade en matière d'adaptation, les mesures de récupération et de réduction des risques étant entravées par le fait que les incidences et les réactions concernent différents niveaux des administrations publiques (sections 25.10.2, 25.10.3; encadré 25-9)
	Augmentation des précipitations extrêmes liée au risque d'inondation dans de nombreuses régions (section 25.2; tableau 25-1).	Adaptation insuffisante au risque d'inondation actuel des infrastructures et des établissements humains existants; expansion et densification des zones urbaines; l'efficacité de l'adaptation passe notamment par des transformations telles que le contrôle de l'utilisation des terres et la retraite (sections 25.3, 25.10.2; encadré 25-8).	Augmentation de la fréquence et de l'intensité des dommages causés par les inondations aux infrastructures et aux établissements humains en Australie et en Nouvelle-Zélande (encadré 25-8; section 25.10.2).	
	Hausse soutenue du niveau de la mer, les projections couvrant un éventail particulièrement large et indiquant la poursuite de cette hausse au-delà de 2100, même lorsque les scénarios d'atténuation sont appliqués (section 25.2; encadré 25-1; GTI RES chapitre 13)	Les infrastructures côtières à longue durée de vie et de grande valeur et les écosystèmes de faible élévation sont particulièrement vulnérables. L'expansion des populations et des biens du littoral vers les zones côtières augmente l'exposition. L'incompatibilité des priorités limite les solutions d'adaptation et l'efficacité des stratégies de réaction (25.3, encadré 25-1).	Augmentation des risques pour les infrastructures côtières et les écosystèmes de faible élévation en Australie et en Nouvelle-Zélande, les dommages étant généralisés vers les marges supérieures des projections (encadré 25-1; sections 25.6.1, 25.6.2, 25.10.2)	
Amérique du Nord (chapitre 26)	Hausse de la fréquence et/ou de la gravité des phénomènes extrêmes, tels que les fortes précipitations, les inondations fluviales et côtières, les vagues de chaleur et la sécheresse (sections 26.2.2, 26.3.1, 26.8.1).	Détérioration des infrastructures matérielles dans les zones urbaines particulièrement vulnérables. En outre, l'aggravation des disparités en matière de revenu et les capacités limitées des institutions pourraient faire augmenter le nombre de personnes exposées à ces facteurs de perturbation, en raison de l'insuffisance des ressources économiques (sections 26.7, 26.8.2).	Risque de dommages et de pertes dans les zones urbaines, en particulier les milieux côtiers et les zones arides en raison de la vulnérabilité accrue de groupes sociaux, de systèmes matériels et d'environnements institutionnels associée à l'intensification des phénomènes extrêmes (section 26.8.1).	L'incapacité à diminuer la vulnérabilité dans de nombreuses régions entraîne une hausse des risques plutôt qu'une évolution des dangers physiques (section 26.8.3).
	Hausse des températures et diminution du ruissellement et de l'humidité du sol dues aux changements climatiques (sections 26.2, 26.3).	Vulnérabilité des petits propriétaires terriens des zones rurales, en particulier dans le secteur agricole mexicain, et des populations démunies des zones rurales (sections 26.5, 26.8.2.2).	Risque d'augmentation des pertes et de baisse de la production agricole. Risque d'insécurité en matière d'alimentation et d'emploi pour les petits propriétaires terriens et les groupes sociaux des régions exposées à ces phénomènes (sections 26.5, 26.8.2.2).	Hausse du risque d'instabilité sociale et des perturbations économiques à l'échelle locale due aux migrations internes (sections 26.2.1, 26.8.3).

Suite à la page suivante →

Tableau PR-1 (suite)

	Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux
Amérique du Nord (chapitre 26) (suite)	Amérique du Nord (chapitre 26)	Groupes autochtones, habitants à faible revenu des zones péri-urbaines et systèmes forestiers (encadré 26-2; section 26.8.2).	Risque de perte d'intégrité des écosystèmes, de destruction de biens, de morbidité humaine et de mortalité dues aux feux incontrôlés (encadré 26-2; section 26.8.3).	
	Phénomènes extrêmes (tempêtes, chaleur), pollution atmosphérique, pollen et maladies infectieuses (section 26.6.1).	La sensibilité des personnes est déterminée par des facteurs tels que la situation économique, les maladies préexistantes, l'âge et l'accès aux biens (section 26.6.1).	Chez les humains, hausse du risque de morbidité et de mortalité due aux températures extrêmes, aux tempêtes, au pollen et aux maladies infectieuses (section 26.6.2).	
	Inondations fluviales et côtières et élévation du niveau de la mer (sections 26.2.2, 26.4.2, 26.8.1).	Hausse de l'exposition des populations, des biens et des écosystèmes, due en partie au fait que les réseaux de drainage sont submergés. Les groupes et les secteurs économiques largement tributaires du fonctionnement des différentes chaînes d'approvisionnement, les institutions de santé publique susceptibles de subir des perturbations et les groupes ne disposant que de capacités limitées pour faire face aux interruptions des chaînes d'approvisionnement et au bouleversement de leurs moyens de subsistance sont particulièrement vulnérables (sections 26.7, 26.8.1).	Risque de dommages matériels, de perturbation des chaînes d'approvisionnement et de la santé publique, de baisse de la qualité des ressources en eau, de dégradation des écosystèmes et des infrastructures et d'érosion des systèmes sociaux en raison des inondations en milieu urbain dues aux inondations fluviales et côtières et à la submersion des réseaux de drainage (sections 26.4.2, 26.8.1).	Risques multiples dus à l'interaction des dangers avec les moyens de subsistance des populations, les infrastructures et les services (sections 26.7, 26.8.3).
Amérique centrale et Amérique du Sud (chapitre 27)	Réduction de la disponibilité dans les régions semi-arides et les régions tributaires de l'eau de fonte des glaciers; inondations dans les zones urbaines dues aux précipitations extrêmes (sections 27.2.1, 27.3.3).	Réduction de la disponibilité dans les régions semi-arides et les régions tributaires de l'eau de fonte des glaciers; inondations dans les zones urbaines dues aux précipitations extrêmes (sections 27.2.1, 27.3.3).	Risque de pertes en vies humaines, de disparition des moyens de subsistance et de dégradation des biens.	Hausse des maladies infectieuses. Incidences économiques dues au déplacement de populations.
	Acidification et réchauffement de l'océan (section 27.3.3; encart ET-AO).	Sensibilité des systèmes de récifs coralliens à l'acidification et au réchauffement de l'océan.	Risque de diminution de la biodiversité (espèces) et de diminution de la capacité de pêche associé aux incidences respectives sur les moyens de subsistance dans les régions côtières.	Pertes économiques et incidences sur la production vivrière (pêche) dans certaines régions.
	Sécheresses et précipitations extrêmes (sections 27.2.1, 27.3.4)	Les concentrations élevées de CO ₂ entraînent une diminution de la teneur des espèces végétales en substances nutritives, en particulier l'azote par rapport au carbone dans les produits alimentaires.	Risque de diminution de la production (alimentaire) et de la productivité dans certaines régions où des phénomènes extrêmes risquent de se produire. Nécessité d'ajuster les régimes alimentaires en raison de la baisse de la qualité des aliments (baisse de la teneur en protéines due à l'assimilation plus faible de l'azote, etc.). Baisse de la production de bioénergie.	Incidences économiques importantes du déplacement des cultures vers des régions plus propices. Téléconnexions (concernant la qualité des aliments) liées au fait qu'une région est nettement exportatrice de produits alimentaires. Incidences sur le système énergétique et les émissions de carbone et hausse conséquente de la demande en combustibles fossiles.
	La hausse des températures et de l'humidité entraîne la propagation de maladies transmises par des vecteurs vers des altitudes et des latitudes plus élevées (section 27.3.7).	Populations exposées et vulnérables aux maladies transmises par des vecteurs et hausse du taux d'agressivité des moustiques qui augmente la probabilité d'occurrence des infections chez l'homme.	Risque d'augmentation de la morbidité et du nombre d'années de vie ajustées sur l'incapacité; risque de pertes en vies humaines; risque de baisse de la production de la main-d'œuvre et du travail scolaire.	Incidences économiques importantes dues à la nécessité d'augmenter le financement des programmes de santé, ainsi qu'aux coûts des années de vie ajustées sur l'incapacité, augmentation du nombre d'hôpitaux et d'infrastructures médicales capables de faire face à la hausse des taux de morbidité, et propagation des maladies vers de nouvelles régions.
Régions polaires (chapitre 28)	Disparition de la glace de plusieurs années et diminution de la superficie de la glace de mer en été (sections 28.2.5, 28.3.2, 28.4.1).	Les communautés autochtones qui dépendent de la glace de mer pour leurs moyens de subsistance sont exposées à ce risque, en particulier en raison de la disparition d'aires de reproduction et d'alimentation des mammifères marins.	Risque de disparition de moyens de subsistance et de produits vivriers traditionnels.	Mutation des réseaux trophiques vers le bas.
		Les écosystèmes sont vulnérables en raison des changements dans la répartition et la période d'apparition des efflorescences algales dans les glaces et de la prolifération du phytoplancton dans l'océan.	Risque de perturbation de l'ontogenèse du zooplancton et de l'abondance des proies. Hausse de la variabilité lors de la production secondaire alors que le zooplancton s'adapte aux changements de rythmes. Risques également pour les réseaux trophiques marins à l'échelle locale.	Mutation des réseaux trophiques vers le haut. Modification potentielle du couplage pélagique-benthique.
	Acidification de l'océan (sections 28.2.2, 28.3.2)	Dépassement des seuils de tolérance des espèces endémiques. Incidences sur la formation de l'exosquelette de certaines espèces et altération des propriétés physiologiques et comportementales pendant le développement larvaire.	Disparition d'espèces endémiques à l'échelle locale, incidences locales sur les réseaux trophiques marins.	Déclin de la pêche à l'échelle locale. Diminution des poissons, des coquillages, des oiseaux de mer et des mammifères marins à l'échelle locale.
	Déplacement des limites des écorégions marines dû à la hausse de la température de l'eau, modification de la profondeur de la couche mixte, ainsi que de la répartition et de l'intensité des courants océaniques (sections 28.2.2, 28.3.2).	Les organismes marins qui sont sensibles aux déplacements géographiques sont particulièrement vulnérables.	Risque de modification de la structure et de la fonction des systèmes marins et invasions potentielles d'espèces.	Litiges au sujet de la pêche dans les eaux internationales et des stocks partagés.

Suite à la page suivante →

Tableau PR-1 (suite)

	Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux
Régions polaires (chapitre 28) (suite)	Disparition de la glace de mer, changement de l'état et des dates d'occurrence de la neige et de la glace, réduction de la prévisibilité du temps (sections 28.1, 28.4.1)	De nombreuses sources traditionnelles d'alimentation— en particulier pour les populations autochtones— telles que les mammifères marins et terrestres de l'Arctique, les poissons et les oiseaux aquatiques. Plusieurs moyens de subsistance traditionnels sont menacés.	Risque de disparition d'habitats et de mutation des schémas de migration des espèces marines.	Aggravation du risque pour la sécurité alimentaire et la nutrition de base — en particulier pour les populations autochtones — engendré par la disparition d'aliments de subsistance et risque accru pour la santé et la sécurité des chasseurs, éleveurs et pêcheurs pratiquant des activités de subsistance en raison du changement de l'état des glaces.
	Hausse de l'érosion et des inondations fluviales et côtières et fonte du pergélisol (sections 28.2.4, 28.3.1, 28.3.4).	Les communautés rurales et isolées, ainsi que les communautés urbaines des régions de l'Arctique de faible élévation sont menacées. Vulnérabilité et capacités d'adaptation limitées des approvisionnements communautaires en eau en raison des dommages potentiels aux infrastructures.	Les infrastructures communautaires et sanitaires endommagées entraînent l'apparition de maladies dues à la contamination et à l'intrusion d'eau de mer.	La baisse de qualité et de quantité des ressources en eau pourrait entraîner une hausse des indices d'infection, d'autres problèmes médicaux et des hospitalisations.
	Conditions météorologiques extrêmes et à évolution rapide, phénomènes météorologiques et précipitations intenses, fonte rapide de la neige et de la glace, modification de l'état de la glace de rivière et de mer, fonte du pergélisol (section 28.2.4)	Les populations tributaires, pour leur subsistance, des déplacements, de la chasse, de l'élevage et de la pêche, telles que les communautés autochtones isolées, sont particulièrement vulnérables.	Accidents, perte de l'intégrité physique ou mentale, décès, et blessures et maladies dues à l'exposition au froid.	Les risques accrus lors des déplacements ou des activités de chasse, d'élevage et de pêche de subsistance ont des répercussions négatives sur les moyens de subsistance et le bien-être des populations.
	Diminution de la glace de mer; avancement du début de la fonte de la glace de mer; accélération du recul de la glace de mer; glace généralement moins épaisse et moins prévisible; variabilité accrue de la fonte des neiges et du gel; glace, conditions météorologiques, vents, températures et précipitations (sections 28.2.5, 28.2.6, 28.4.1)	Les moyens de subsistance de nombreuses populations autochtones (Inuits, Sâmes, etc.) dépendent de la chasse de subsistance, de l'accès aux animaux et de l'existence de conditions propices pour ces derniers. Ces moyens de subsistance sont menacés. Les écosystèmes marins sont également vulnérables (mammifères marins, etc.).	Risque de disparition des moyens de subsistance et de dommages en raison, par exemple, du fait qu'il est plus difficile d'accéder aux mammifères marins à cause du recul de la glace de mer (risque pour les Inuits) et que les rennes n'arrivent plus aux plantes situées sous la neige en raison des couches de glace qui se forment lorsque la température hivernale est élevée et qu'il « pleut sur la neige » (risque pour les Sâmes).	Risque accru de disparition des moyens de subsistance et de la culture d'un nombre croissant de populations autochtones, exacerbé par la disparition accélérée des terres et de la glace de mer nécessaire à la chasse, à l'élevage et à la pêche, en raison de l'intensification de la prospection minière et pétrolière et du trafic maritime.
Petites îles (chapitre 29)	Intensification des cyclones tropicaux (GTI RE5 sections 14.6, 14.8.4)	Plusieurs pays et communautés sont à risque en raison de leur forte dépendance vis-à-vis de systèmes naturels et écologiques pour la sécurité des zones d'habitation, le tourisme, (section 29.3.3.1), la santé (section 29.3.3.2) et les ressources en eau (section 29.3.2).	Risque de disparition d'écosystèmes, d'établissements humains et d'infrastructures, et répercussions négatives sur la santé et l'économie des îles (figure 29-4).	Risque accru d'interaction des dommages causés aux écosystèmes, aux zones d'habitation et à l'économie des îles, et risque pour la vie humaine (section 29.6; figure 29-4)
	Réchauffement et acidification de l'océan, avec pour conséquence le blanchissement des coraux (sections 29.3.1.2, 30.5.4.2, 30.5.6.1.1, 30.5.6.2)	Les communautés des îles tropicales sont fortement tributaires des écosystèmes des récifs coralliens pour leurs modes de vie de subsistance, la sécurité alimentaire, les zones de protection des littoraux, les plages et les activités économiques organisées autour des récifs, et sont donc particulièrement menacées par le danger que représente le blanchissement des coraux (sections 29.3.1.2, 30.6.2.1.2).	Risque de déclin, voire de disparition des écosystèmes des récifs coralliens en raison du stress thermique. Risque de dégradation majeure, voire de disparition des modes de vie de subsistance. Risque de disparition des zones de protection du littoral, des plages et des revenus liés au tourisme (sections 29.3.1.1, 29.3.1.2).	Répercussions sur la santé humaine et disparition de modes de vie de subsistance. Hausse potentielle des migrations internes et de l'urbanisation (section 29.3.3.3; chapitre 9).
	Élévation du niveau de la mer (sections 29.3.1.1, 30.3.1.2; GTI RE5, section 3.7.1)	Dans les petites îles, de nombreuses communautés, ainsi que les zones d'habitation et infrastructures associées, se trouvent dans des zones côtières de faible élévation (exposition élevée) et sont également menacées par l'intensification des inondations, de l'érosion et de la pénétration des vagues dans les terres (sections 5.3.2, 29.3.1.1; Figure 29-2).	Risque de pertes et de dégâts dus à l'élévation du niveau de la mer pour les communautés insulaires. Le niveau moyen de la mer à l'échelle du globe devrait augmenter de 0,35 à 0,70 m pour le profil représentatif d'évolution de concentration RCP 4,5 au cours du XXI ^e siècle, et menacer les zones côtières de faible élévation et les atolls (section 29.4.3, tableau 29-1; GTI RE5 section 13.5.1, tableau 13.5).	La tendance progressive à la hausse des valeurs de référence du niveau de la mer entraîne une hausse de la fréquence et de l'ampleur des inondations d'origine marine pendant les marées hautes et des ondes de tempête occasionnelles. Ces phénomènes pourraient rendre les sols et l'eau douce souterraine impropres à l'utilisation avant l'inondation permanente des zones à faible élévation (sections 29.3.1.1, 29.3.2, 29.3.3.1, 29.5.1).

Suite à la page suivante →

Tableau PR-1 (suite)

Danger	Principales vulnérabilités	Principaux risques	Risques nouveaux	
Océan (chapitre 30)	Hausse de la température des océans et de la fréquence des extrêmes de température.	Les coraux et autres organismes dont les seuils de tolérance sont dépassés sont particulièrement vulnérables (en particulier systèmes des limites côtières, tourbillons océaniques subtropicaux, mers semi-fermées et systèmes des remontées d'eau équatoriales) (sections 6.2.2.1, 6.2.2.2, 30.5.2, 30.5.4, 30.5.5; encarts ET-CR, 30.5.6, ET-AO). Sont particulièrement menacés les espèces et écosystèmes marins, la pêche, les moyens de subsistance côtiers et le tourisme, qui ne peuvent pas faire face ou s'adapter aux changements de température et de répartition, en particulier pour ce qui est de systèmes d'efflorescences printanières des latitudes élevées, des systèmes des limites côtières, des tourbillons océaniques subtropicaux et des écosystèmes des remontées d'eau bordant les façades ouest des grands continents (sections 6.3.2, 6.3.4, 7.3.2.6, 30.5; encart ET-BIO). Les communautés et écosystèmes côtiers susceptibles d'être exposés aux phénomènes de taux élevés de respiration microbienne entraînant une raréfaction de l'oxygène en profondeur et une dispersion accrue des zones mortes sont particulièrement vulnérables (en particulier pour ce qui est des écosystèmes des remontées d'eau bordant les façades ouest des grands continents, des mers semi-fermées et des systèmes des remontées d'eau équatoriales). La vie dans le milieu abyssal est sensible aux dangers et aux variations, car les conditions y ont toujours été particulièrement constantes (30.1.3.1.3, 30.5.2, 30.5.5).	Risque d'augmentation de la mortalité et du blanchissement massifs des coraux (diminution de la superficie couverte) et donc risque élevé pour la pêche côtière, le tourisme et la protection des côtes (sections 6.3.2, 6.3.5, 5.4.2.4, 7.2.1.2, 6.4.1.4, 29.3.1.2, 30.5.2, 30.5.3, 30.5.4, 30.5.5; encart ET-CR). Risque pour la pêche et les moyens de subsistance côtiers. Fluctuation des prises de poisson en raison de la hausse ou de la baisse de l'abondance des stocks; risque accru de répercussions négatives des maladies et des espèces envahissantes sur les écosystèmes et la pêche (sections 6.3.5, 6.4.1.1, 6.5.3, 7.3.2.6, 7.4.2, 29.5.3, 29.5.4). Risque de disparition d'habitats, de ressources halieutiques et d'importantes espèces de poisson. La diminution des concentrations d'oxygène a des répercussions sur les écosystèmes (disparition d'habitats, etc.) et les organismes (comportement physiologique des poissons, etc.) ce qui entraîne une baisse des prises des grandes espèces pêchées.	Disparition des systèmes de récifs coralliens, risque d'affaiblissement de la sécurité alimentaire et des moyens de subsistance, et diminution de la protection des côtes (sections 7.2.1.2, 30.6.2.1, 30.6.5). Risque considérable d'effondrement du secteur de la pêche, dont les capacités de résistance ne suffisent plus face: a) au bouleversement profond de la composition des communautés halieutiques et b) à la migration accrue des maladies et d'autres organismes (sections 6.5.3, 7.5.1.1.3). Risque accru de disparition des moyens de subsistance.
	Hausse de l'acidification de l'océan	Les systèmes coralliens, les coraux et les écosystèmes côtiers qui sont exposés à un taux réduit de calcification et à une plus grande décalcification responsables de la disparition potentielle des systèmes coralliens carbonatés, des coraux, des mollusques et d'autres organismes calcifiants de régions clés, telles que les systèmes des limites côtières et les tourbillons océaniques subtropicaux (section 6.2.2.2)	Risque d'altération des services écosystémiques, y compris risque pour les approvisionnements alimentaires, avec répercussions sur la pêche et l'aquaculture (sections 6.2.5.3, 7.2.1.2, 7.3.2, 7.4.2.)	Diminution des revenus et des moyens de subsistance des communautés due à la productivité réduite des secteurs de la pêche et de l'aquaculture (sections 7.5.1.1.3, 30.6).
		Les organismes marins qui sont sensibles aux variations de pH et à l'évolution de la chimie des carbonates sont à l'origine d'un grand nombre de transformations de la physiologie et de l'écologie des organismes marins en général (en particulier dans les systèmes des limites côtières, les tourbillons océaniques subtropicaux et les mers semi-fermées) (sections 6.2.5, 6.3.4, 30.3.2.2).	Risque de bouleversements profonds de la composition des écosystèmes et des fonctions des organismes, qui entraîneront des mutations à grande échelle. Les revenus et les moyens de subsistance des communautés dépendantes subissent les répercussions de la diminution des biens et services écosystémiques, et la phase de récupération pourrait s'étendre sur des dizaines de milliers d'années (section 6.1.1.2).	La possibilité que l'interaction entre le réchauffement et l'acidification de l'océan entraîne des répercussions inconnues accroît les risques pour les écosystèmes et les moyens de subsistance (section ET-AO).
		Les systèmes côtiers sont de plus en plus exposés à la remontée des eaux dans certaines régions, ce qui entraîne des périodes de concentrations élevées de CO ₂ , des concentrations faibles d'O ₂ et un pH faible (encart ET-ER; sections 6.2.2.2, 6.2.5.3)	Risque de pertes et de dommages pour les opérations de pêche et d'aquaculture et les moyens de subsistance associés (ostréiculture, etc.), en particulier les secteurs régulièrement exposés à des conditions dangereuses pendant les remontées d'eau intenses, ce qui stimule l'apparition de réactions d'adaptation (section 30.6.2.1.4).	Le pH et la chimie des carbonates sont tels qu'il existe en permanence des conditions nocives (l'adaptation ne suffit plus à éviter les répercussions) (section 30.6.2.1.4).
	Stratification accrue due au réchauffement de l'océan; ventilation réduite.	Les écosystèmes océaniques sont menacés, la régénération des nutriments étant réduite car le mélange entre l'océan et sa surface est ralenti (systèmes des remontées d'eau équatoriales, tourbillons océaniques subtropicaux et écosystèmes des remontées d'eau bordant les façades ouest des grands continents) (sections 6.2, 6.3, 6.5, 30.5.2, 30.5.4, 30.5.5).	Risque de baisse de productivité des océans et répercussions négatives respectives sur la pêche. Baisse de la concentration de nutriments inorganiques dans les couches superficielles de l'océan, qui entraîne des taux plus faibles de productivité primaire (encart ET-PP).	Risque de baisse de productivité des océans et répercussions négatives respectives sur la pêche. Baisse de la concentration de nutriments inorganiques dans les couches superficielles de l'océan, qui entraîne des taux plus faibles de productivité primaire (encart ET-PP).
Écosystèmes et organismes sensibles à la baisse des concentrations d'oxygène (sections 30.5.2, 30.5.3, 30.5.5, 30.5.6, 30.5.7).		Risque accru que les zones mortes (hypoxie) entraînent la disparition d'importants écosystèmes et habitats de poissons (sections 6.1.1.3, 30.3.2.3).		
Modification des vents, de la hauteur de la houle et de l'intensité des tempêtes.	Les transports maritimes et les infrastructures industrielles sont menacés par l'intensité de la houle et des tempêtes (section 30.6.2).	Risque de hausse des pertes et dommages subis par les transports maritimes et les infrastructures industrielles.	Augmentation du risque d'accident dans des secteurs tels que les transports maritimes et l'exploitation pétrolière, gazière et minière en eaux profondes.	

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Birkmann, J., R. Licker, M. Oppenheimer, M. Campos, R. Warren, G. Luber, B.C. O'Neill et K. Takahashi, 2014: Encart thématique – Dangers, principales vulnérabilités, principaux risques et risques nouveaux recensés par le Groupe de travail II dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation (sélection). In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 123-131.

Incidences, observées à l'échelle mondiale, des changements climatiques sur la biogéographie, l'abondance et la phénologie des espèces marines

Elvira Poloczanska (Australie), Ove Hoegh-Guldberg (Australie), William Cheung (Canada), Hans- Otto Pörtner (Allemagne), Michael T. Burrows (Royaume-Uni)

La contribution du Groupe de travail II du GIEC au quatrième Rapport d'évaluation traitait de la détection d'une empreinte globale sur les systèmes naturels et de l'attribution de ce phénomène aux changements climatiques (AR4, chapitre 1, Figure RID.1), mais, en règle générale, les études portant sur des systèmes marins y étaient absentes. Depuis le quatrième Rapport, un nombre croissant d'études axées sur les incidences des changements climatiques sur les espèces marines ont été entreprises, ce qui permet de passer de données plutôt empiriques à l'examen, voire à l'attribution aux changements climatiques, des variations biologiques détectées dans l'océan (section 6.3; figure BM-1). Les variations récentes des populations d'espèces marines et les modifications associées des schémas de diversité résultent, au moins en partie, des réponses biologiques générées par les changements climatiques dans toutes les régions océaniques (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé, degré de confiance élevé*; sections 6.2 et 30.5; tableau 6-7).

Poloczanska *et al.* (2013) ont déterminé un schéma potentiel des réactions des espèces marines aux changements climatiques récents grâce à une base de données mondiale de 208 articles évalués par des spécialistes. L'analyse portait sur les réactions observées ($n = 1735$) de 857 espèces ou assemblages dans toutes les régions et tous les groupes taxinomiques, du phytoplancton aux reptiles et mammifères marins (figure BM-1). Ont été considérées les observations dans le cadre desquelles les auteurs d'un article évaluaient la variation d'un paramètre biologique (répartition, phénologie, abondance, démographie ou composition des communautés, etc.) et, en cas de variation avérée, la cohérence de cette variation par rapport à celle que les changements climatiques devraient produire selon les prévisions. Les études publiées dans les articles évalués par des spécialistes ont été sélectionnées selon trois critères: 1) les auteurs ont extrapolé ou effectué des tests directs pour ce qui est des tendances des variables biologiques et climatiques; 2) les auteurs ont inclus des données ultérieures à 1990 et 3) les observations portaient sur au moins 19 ans, afin de réduire le biais découlant des réponses biologiques à une variabilité climatique à court terme.

Les résultats de cette méta-analyse indiquent que les changements climatiques ont déjà eu des répercussions généralisées sur la répartition, l'abondance, la phénologie et, par conséquent, la richesse des espèces et la composition des communautés, pour un grand nombre de groupes taxinomiques (du plancton aux grands prédateurs). Sur les observations qui indiquaient une réponse des deux côtés du spectre, les variations de la phénologie, de la répartition et de l'abondance pointaient, dans une large majorité (81 %) dans une direction compatible avec les réponses théoriques aux changements climatiques (section 6.2). Des lacunes perdurent en matière de connaissances, en particulier dans les sous-régions équatoriales et dans l'hémisphère Sud (figure BM-1).

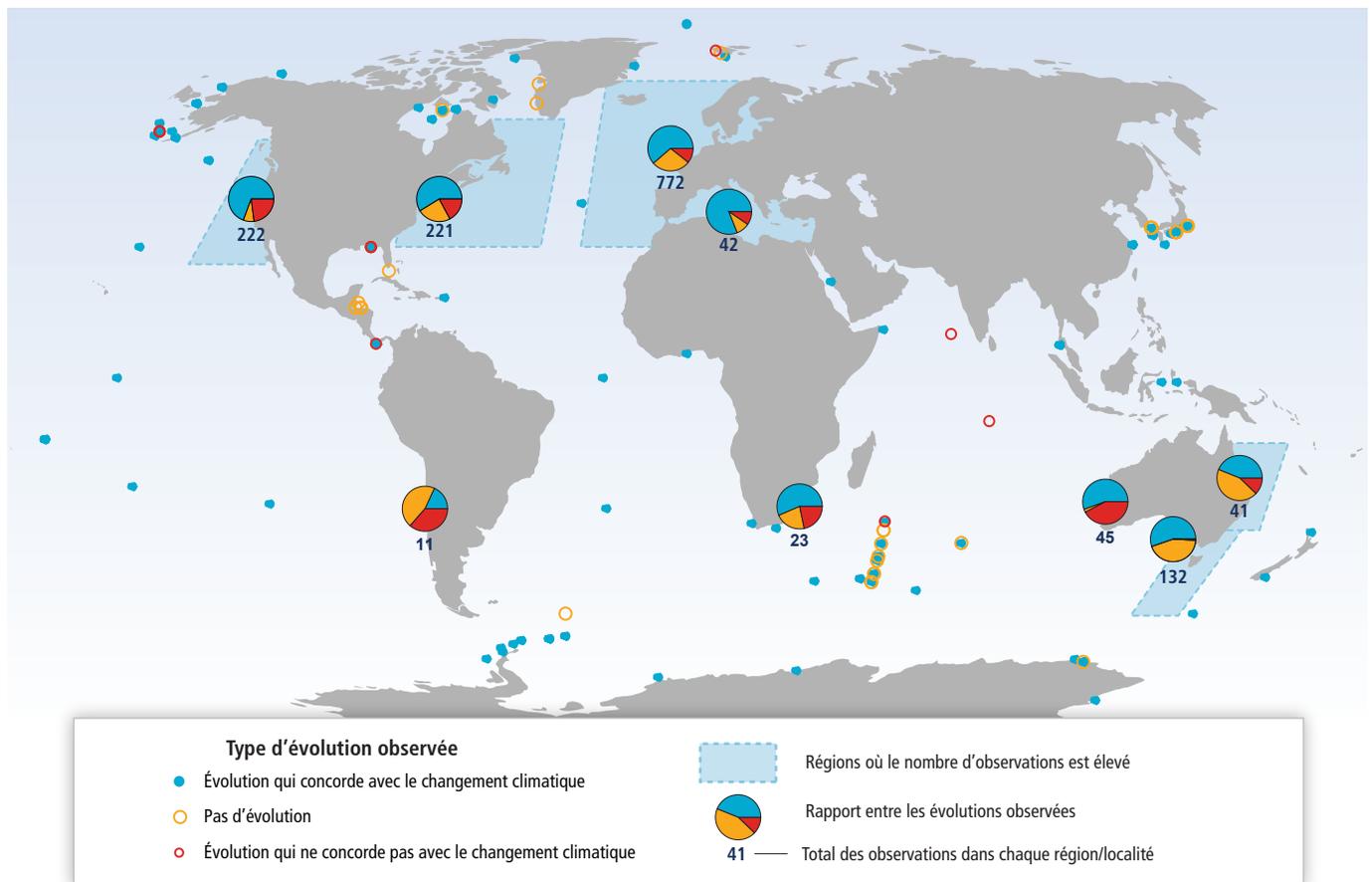


Figure BM-1 | 1735 réponses observées face au changement climatique issues de 208 études monospécifiques et multispécifiques. Sont indiquées les évolutions dont la cause a été attribuée (au moins partiellement) au changement climatique (en bleu), les évolutions qui ne concordent pas avec le changement climatique (en rouge) et l'absence de changement (en orange). Les cercles représentent le centre d'une région étudiée. Les points situés sur des terres émergées sont des points médians de distributions qui entourent une île ou une péninsule. Les études portent sur des zones allant de sites uniques (colonies de nidification d'oiseaux de mer, etc.) à de larges régions océaniques (enregistrements planctoniques continus dans l'Atlantique Nord-Est, etc.). Pour les régions (en ombré bleu) et les localités où les observations sont nombreuses, les camemberts indiquent la part relative des trois types de changements observés (évolution qui concorde avec le changement climatique, évolution qui ne concorde pas et pas d'évolution) dans ces régions ou localités. Les nombres indiquent le total des observations réalisées dans chaque région ou localité. NB: 57 % des études prises en compte ont été publiées après la parution du quatrième Rapport d'évaluation (tiré de Poloczanska *et al.*, 2013).

L'occurrence de nombreux événements biologiques (phénologie) a été avancée dans le temps. Par exemple, ces 50 dernières années, des phénomènes printaniers se sont manifestés plus tôt pour de nombreuses espèces, la précocité étant en moyenne de $4,4 \pm 0,7$ jours d'avance par décennie (moyenne \pm erreur type) et, pour les phénomènes estivaux, de $4,4 \pm 1,1$ jours par décennie (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé, degré de confiance élevé*) (figure BM-2). Les observations phénologiques intégrées dans l'étude vont des transformations de l'abondance maximale du phytoplancton et du zooplancton, à la reproduction et à la migration des invertébrés, des poissons et des oiseaux de mer (sections 6.3.2 et 30.5).

Les aires de répartition des espèces et communautés benthiques, pélagiques et démersales se sont déplacées sur des distances allant jusqu'à mille kilomètres, même si l'ampleur de ce déplacement n'est pas uniforme au sein des groupes taxinomiques ou des régions océaniques (sections 6.3.2 et 30.5) (*éléments disponibles robustes, degré de cohérence élevé, degré de confiance élevé*). Dans l'ensemble, les marges froides se sont étendues vers les pôles à raison de $72,0 \pm 13,5$ km par décennie, et les marges chaudes se sont resserrées vers les pôles à un rythme de $15,8 \pm 8,7$ km par décennie (figure BM-2), ce qui indique des taux de migration actuels nettement supérieurs aux taux maximaux potentiels calculés pour les espèces terrestres (figure 4-6) malgré le fait que les océans se réchauffent plus lentement que la surface de la Terre (GTI section 3.2).

Le déplacement vers les pôles des aires de répartition a entraîné une augmentation de la richesse des espèces des latitudes moyennes à hautes (Hiddink et ter Hofstede, 2008) et la modification de la structure des communautés (Simpson *et al.*, 2011; voir aussi section 28.2.2). L'augmentation des composantes d'eau chaude des communautés parallèlement à un réchauffement régional a été observée dans les régions océanique des latitudes moyennes à hautes, y compris dans la mer de Béring, la mer de Barents, les mers septentrionales, la mer du Nord et la mer de Tasman (encadré 6.1; section 30.5). L'évolution observée de la composition spécifique des prises de 1970 à 2006, qui est en partie

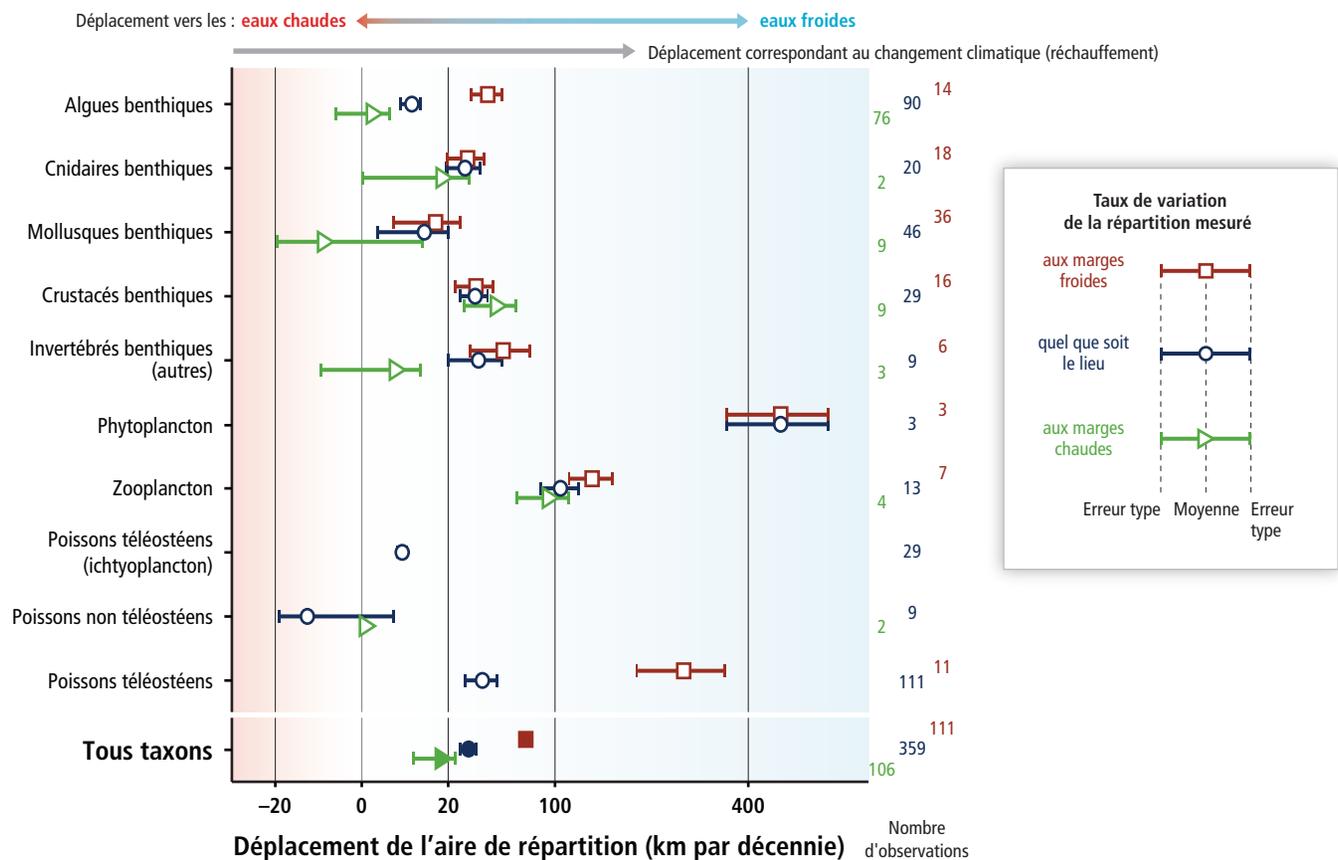


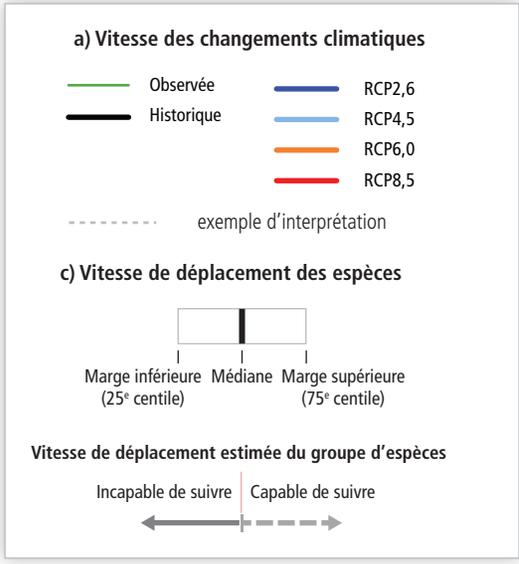
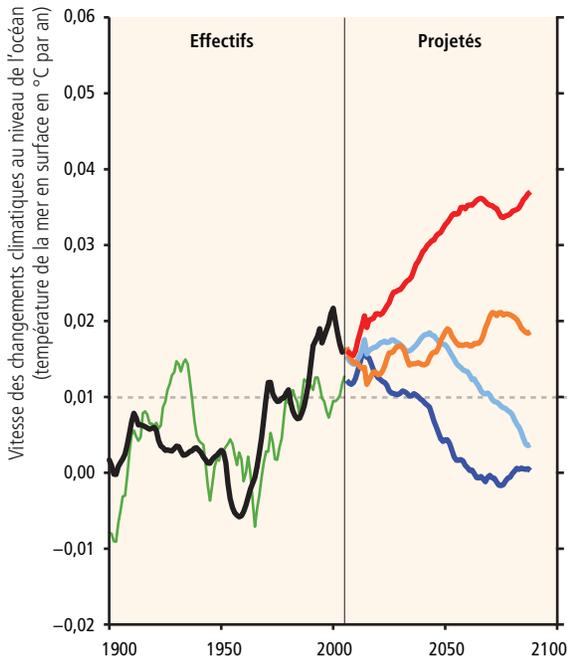
Figure BM-2 | Taux de variation de la répartition (en kilomètres par décennie) des groupes taxinomiques marins, mesuré aux marges froides (en rouge) et aux marges chaudes (en vert). Les variations moyennes de la répartition ont été calculées au moyen de toutes les données, quel que soit l'emplacement de l'aire de répartition (en bleu foncé). Comme la racine carrée des variations de répartition est utilisée, les erreurs types peuvent être asymétriques. Les variations positives de la répartition concordent avec le réchauffement (vers des eaux précédemment plus froides, en général en direction des pôles). Les moyennes \pm l'erreur type sont indiquées, ainsi que le nombre d'observations. Parmi les poissons non téléostéens figurent les requins, les raies, les lamproies et les myxines (tiré de Poloczanska *et al.*, 2013).

attribuée au réchauffement à long terme de l'océan, semble indiquer une prépondérance accrue d'espèces d'eau chaude dans les régions subtropicales et les latitudes plus élevées et une réduction de l'abondance des espèces subtropicales dans les eaux équatoriales (Cheung *et al.*, 2013), ce qui a des incidences sur la pêche (sections 6.5, 7.4.2 et 30.6.2.1).

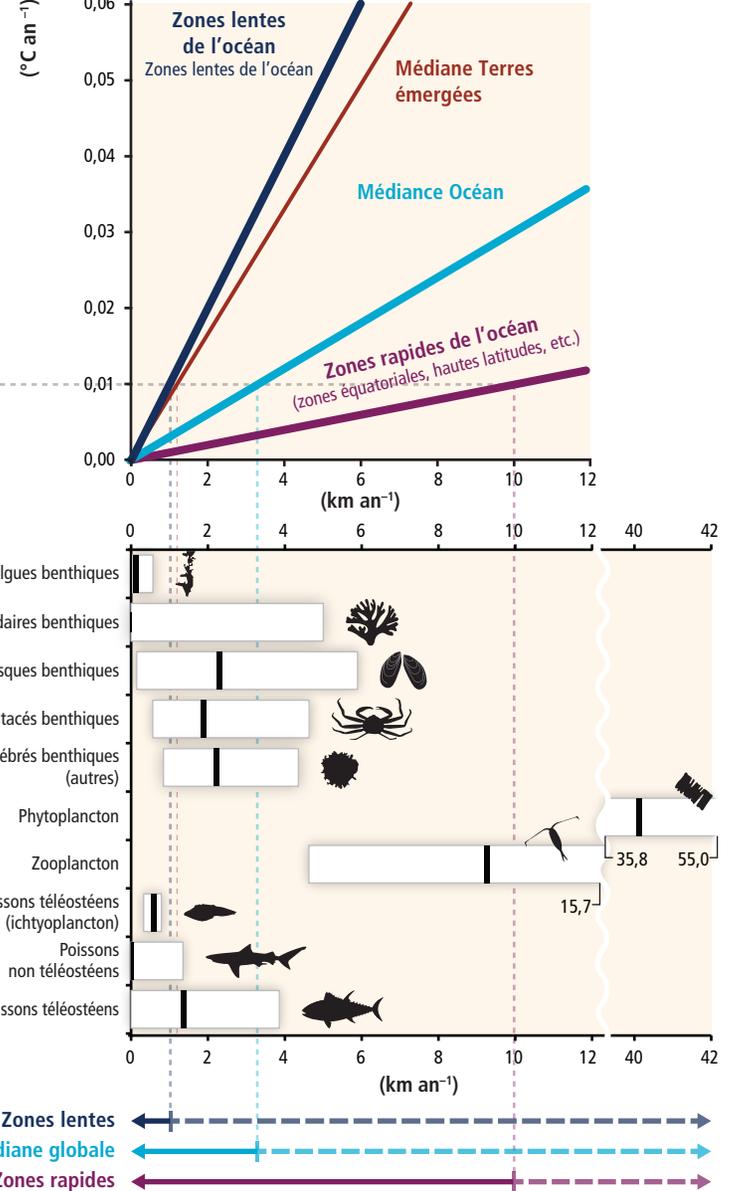
L'ampleur et la direction des déplacements des aires de répartition peuvent être mises en relation avec la vitesse des isothermes (c'est-à-dire leur vitesse et leur direction de propagation à la surface des océans (section 30.3.1.1; Burrows *et al.*, 2011)). Pinsky *et al.* (2013) ont montré que le déplacement des poissons et crustacés benthiques, pour ce qui est aussi bien de la latitude que de la profondeur, pourrait s'expliquer, avec un degré de précision remarquable, par la vitesse climatique, au moyen d'une base de données portant sur 128 millions d'individus issus de 360 taxons marins recensés dans le cadre d'études des eaux côtières de l'Amérique du Nord effectuées de 1968 à 2011. Poloczanska *et al.* (2013) ont montré que le déplacement des aires de répartition était généralement plus rapide dans les régions où la vitesse des isothermes de surface était la plus élevée, telles que la mer du Nord et l'océan Pacifique subarctique. En règle générale, depuis les années 1950 environ, les déplacements des aires de répartition des espèces marines, tels qu'ils ont été observés, ont été capables de s'adapter aux vitesses observées (figure MB-3), ceux du phytoplancton et du zooplancton étant très nettement supérieurs aux vitesses climatiques observées sur la majeure partie de la surface de l'océan, mais on observe une variabilité importante au sein des taxons et entre les différents groupes taxinomiques (Poloczanska *et al.*, 2013).

Les déplacements biogéographiques subissent également l'influence d'autres facteurs, tels que les courants, les variations de nutriments et de stratification, la luminosité, la glace de mer, les interactions interspécifiques, la disponibilité des habitats et la pêche, dont certains peuvent être influencés individuellement par les changements climatiques (section 6.3). Le rythme et les caractéristiques des changements biogéographiques des organismes sédentaires et des macroalgues benthiques sont compliqués par l'influence de caractéristiques dynamiques et topographiques locales (îles, chenaux, étangs littoraux, par exemple, méditerranéens (Bianchi, 2007), remontées d'eaux côtières, etc. (Lima *et al.*, 2007)). Les barrières géographiques limitent les déplacements d'aires de répartition et peuvent entraîner la disparition d'espèces endémiques (Ben Rais Lasram *et al.*, 2010), les niches associées étant envahies par des espèces exotiques, qui soit migrent naturellement soit sont introduites artificiellement (Philippart *et al.*, 2011).

a) Scénarios d'évolution du climat



b) Estimation de la vitesse climatique pour la détermination de la vitesse de déplacement



c) Vitesse de déplacement des espèces (nécessaire pour s'adapter à la vitesse des climats)

Figure BM-3 | a) Vitesse des changements climatiques au niveau de l'océan (température de la mer en surface en °C par an). b) Vitesses climatiques correspondantes pour l'océan et vitesse médiane pour les terres émergées (adaptation de Burrows *et al.*, 2011). c) Vitesse de déplacement observée par groupes taxinomiques marins sur la base d'observations effectuées de 1900 à 2010. Les lignes pointillées sont des exemples d'interprétation. Une vitesse de changements climatiques de 0,01 °C an⁻¹ correspond à une vitesse climatique médiane d'environ 3,3 km an⁻¹ pour l'océan. Si l'on compare les vitesses de déplacement observées c), de nombreux groupes taxinomiques marins ont été capables de suivre ce réchauffement. Pour le phytoplancton et le zooplancton, la vitesse de déplacement est nettement supérieure à la médiane des vitesses climatiques de l'océan et, pour le phytoplancton, elle est supérieure aux vitesses dans les zones rapides de l'océan à raison d'environ 10,0 km an⁻¹. Toutes les valeurs sont calculées pour la surface de l'océan, exclusion faite des mers polaires (figure 30-1a). a) Les vitesses des changements climatiques observées pour la température de l'océan en surface (ligne verte) sont dérivées de l'ensemble de données Hadley Centre Interpolated SST 1.1 (HadISST1.1) et toutes les autres vitesses sont calculées sur la base de la moyenne des ensembles de modèles climatiques CMIP5 (phase 5 du Projet de comparaison de modèles couplés) (tableau SM30-3) pour la période antérieure et sur la base des quatre profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) pour le futur. Les données ont été lissées sur 20 ans. b) Médiane de la vitesse climatique sur l'ensemble de la surface des océans (ligne bleu clair; mers polaires exclues) calculée à partir de l'ensemble de données HadSST1.1 de 1960 à 2009 en appliquant les méthodes de Burrows *et al.* (2011). Les vitesses médianes représentatives des régions océaniques à vitesse faible, telles que le tourbillon subtropical du Pacifique (ligne bleu sombre), et à vitesse élevée, telles que le Triangle du corail ou la mer du Nord (ligne mauve), sont indiquées. Les vitesses médianes pour l'ensemble des terres émergées (ligne rouge) de 1960 à 2009 ont été calculées à partir de l'ensemble de données CRU TS3.1. La figure 30-3 indique la vitesse climatique à la surface des océans calculée de 1960 à 2009. c) Vitesse de déplacement des groupes taxinomiques marins estimée par Poloczanska *et al.* (2013) à partir d'études publiées. NB : Comme les vitesses de déplacement du phytoplancton sont supérieures à celles

L'incertitude est grande quant à savoir si les espèces marines peuvent continuer de suivre le rythme, alors que le réchauffement, et donc la vitesse de déplacement des climats, augmentent (Figure BM-3b). Il est prévu que la vitesse de déplacement des climats sur les terres émergées augmente plus vite que la capacité de nombreuses espèces terrestres à suivre ce déplacement (section 4.3.2.5; figure 4-6). En général, les rythmes de déplacement observés chez les espèces marines sont nettement plus élevés que ceux des espèces terrestres, en particulier pour ce qui est des producteurs primaires et des niveaux trophiques inférieurs (Poloczanska *et al.*, 2013). Les communautés de phytoplancton et de zooplancton (à l'exception de l'ichtyoplancton) ont étendu leur aire de répartition à des rythmes remarquables (figure BM-3b), par exemple dans l'Atlantique Nord-Est (section 30.5.1), ce qui a des répercussions sur les réseaux trophiques marins.

Le déplacement de l'aire de répartition et la distribution en profondeur varient entre des espèces marines coexistantes (Genner *et al.*, 2004; Perry *et al.*, 2005; Simpson *et al.*, 2011) en raison de l'ampleur de la fenêtre de tolérance thermique des espèces et des vulnérabilités associées (Figure 6-5). Ainsi, le réchauffement entraîne des modifications différentielles de la croissance, de la réussite de la reproduction, de la production de larves, ainsi que de la survie et du recrutement des juvéniles aux premiers stades de développement, ce qui suppose des modifications de la performance relative des espèces animales et donc de leur compétitivité (Pörtner et Farrell, 2008; figure 6-7A). Ces effets peuvent être à l'origine d'une diminution de l'abondance ou de l'extinction d'espèces à l'échelle locale, de « variation de l'équilibre » entre des espèces coexistantes, ou de déséquilibres critiques entre prédateurs et proies, ce qui est susceptible d'entraîner des modifications au niveau de la richesse, de l'abondance, de la composition des communautés, de la productivité, des échanges d'énergie et de la résistance à l'invasion des espèces locales et régionale. Même chez les sténothermes de l'Antarctique, on observe des différences de réponses biologiques liées au mode de vie, à la phylogénèse et des capacités métaboliques associées (section 6.3.1.4). De ce fait, les fonctions des écosystèmes marins peuvent subir une réorganisation considérable à l'échelle régionale, ce qui est susceptible d'entraîner des conséquences en cascade (Hoegh-Guldberg et Bruno, 2010). En essayant de mieux comprendre les mécanismes responsables de la nature et de l'ampleur de la réponse des organismes marins aux changements climatiques, il peut être possible de prévoir les répercussions sur la société et les coûts afférents et de favoriser des stratégies de gestion adaptée visant à atténuer ces répercussions (sections 6.3, 6.4).

Bibliographie

- Ben Rais Lasram**, F., F. Guilhaumon, C. Albouy, S. Somot, W. Thuiller et D. Mouillot, 2010: The Mediterranean Sea as a 'cul-de-sac' for endemic fishes facing climate change. *Global Change Biology*, **16**, 3233-3245.
- Bianchi**, C.N., 2007: Biodiversity issues for the forthcoming Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **580**, 7-21.
- Burrows**, M.T., D. S. Schoeman, L.B. Buckley, P.J. Moore, E.S. Poloczanska, K. Brander, K. C.J. Brown, J.F. Bruno, C.M. Duarte, B.S. Halpern, J. Holding, C.V. Kappel, W. Kiessling, M.I. O'Connor, J.M. Pandolfi, C. Parmesan, F. Schwing, W.J. Sydeman et A.J. Richardson, 2011: The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems. *Science*, **334**, 652-655.
- Cheung**, W.W.L., R. Watson et D. Pauly, 2013: Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, **497(7449)**, 365-368.
- Genner**, M.J., D.W. Sims, V.J. Wearmouth, E.J. Southall, A.J. Southward, P.A. Henderson et S.J. Hawkins, 2004: Regional climatic warming drives long-term community changes of British marine fish. *Proceedings of the Royal Society B*, **271(1539)**, 655-661.
- Hiddink**, J.G. and R. ter Hofstede, 2008: Climate induced increases in species richness of marine fishes. *Global Change Biology*, **14**, 453-460.
- Hoegh-Guldberg**, O. et J.F. Bruno, 2010: The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, **328**, 1523-1528.
- Lima**, F.P., P.A. Ribeiro, N. Queiroz, S.J. Hawkins et A.M. Santos, 2007: Do distributional shifts of northern and southern species of algae match the warming pattern? *Global Change Biology*, **13**, 2592-2604.
- Perry**, A.L., P.J. Low, J.R. Ellis et J.D. Reynolds, 2005: Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, **308(5730)**, 1912-1915.
- Philippart**, C.J.M., R. Anadon, R. Danovaro, J.W. Dippner, K.F. Drinkwater, S.J. Hawkins, T. Oguz, G. O'Sullivan et P.C. Reid, 2011: Impacts of climate change on European marine ecosystems: observations, expectations and indicators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **400**, 52-69.
- Pinksey**, M.L., B. Worm, M.J. Fogarty, J.L. Sarmiento et S.A. Levin, 2013: Marine taxa track local climate velocities. *Science*, **341**, 1239-1242.
- Pörtner**, H.O. et A.P. Farrell, 2008: Physiology and climate change. *Science*, **322(5902)**, 690-692.
- Poloczanska**, E.S., C.J. Brown, W.J. Sydeman, W. Kiessling, D.S. Schoeman, P.J. Moore, K. Brander, J.F. Bruno, L.B. Buckley, M.T. Burrows, C.M. Duarte, B.S. Halpern, J. Holding, C.V. Kappel, M.I. O'Connor, J.M. Pandolfi, C. Parmesan, F. Schwing, S.A. Thompson et A.J. Richardson, 2013: Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, **3**, 919-925.
- Simpson**, S.D., S. Jennings, M.P. Johnson, J.L. Blanchard, P.J. Schon, D.W. Sims et M.J. Genner, 2011: Continental shelf-wide response of a fish assemblage to rapid warming of the sea. *Current Biology*, **21**, 1565-1570.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Poloczanska, E.S., O. Hoegh-Guldberg, W. Cheung, H.-O. Pörtner et M. Burrows, 2014: Encart thématique – Incidences, observées à l'échelle mondiale, des changements climatiques sur la biogéographie, l'abondance et la phénologie des espèces marines. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 133-137.

AO

Acidification des océans

Jean-Pierre Gattuso (France), Peter G. Brewer (États-Unis d'Amérique), Ove Hoegh-Guldberg (Australie), Joan A. Kleyvas (États-Unis d'Amérique), Hans-Otto Pörtner (Allemagne), Daniela N. Schmidt (Royaume-Uni)

La cause principale de l'acidification anthropique des océans et du réchauffement planétaire est la même: il s'agit de la hausse des concentrations atmosphériques de CO₂ (figure AO-1A; GTI, section 2.2.1). L'eutrophisation, la diminution des glaces de mer, la remontée des eaux et les dépôts d'azote et de soufre atmosphériques contribuent par ailleurs à exacerber ce phénomène à l'échelle locale (sections 5.3.3.6, 6.1.1 et 30.3.2.2).

Processus chimiques et projections

Nous connaissons bien les processus chimiques fondamentaux à l'origine de l'acidification des océans (*éléments de preuve robustes, degré de cohérence élevé*). La hausse des concentrations atmosphériques de CO₂ provoque une augmentation des flux de CO₂ entre l'atmosphère et des océans légèrement alcalins, entraînant une réduction du pH, de la concentration d'ions carbonates et du pouvoir tampon de l'eau de mer, c'est-à-dire de sa capacité à neutraliser les variations chimiques (*degré de confiance très élevé*). On peut prédire avec un haut degré de précision l'évolution des caractéristiques chimiques des eaux de surface en haute mer à l'échelle planétaire en utilisant les projections des concentrations atmosphériques de CO₂ (figure AO-1B). L'évolution de la chimie du CO₂ dans les couches supérieures des océans observée au fil du temps tend à confirmer l'existence d'un tel lien (GTI, tableau 3.2 et figure 3.18; figures 30-8, 30-9). Selon les projections, les variations des caractéristiques chimiques des eaux de surface en haute mer pour l'année 2100, fondées sur les profils représentatifs de l'évolution des concentrations (scénarios RCP; GTI, figure 6.28) par rapport aux valeurs de l'époque préindustrielle, se traduisent par une variation du pH de -0,14 unité en vertu du scénario RCP 2,6 (421 ppm CO₂; +1 °C; réduction de 22 % de la concentration d'ions carbonates) à -0,43 unité en vertu du scénario RCP 8,5 (936 ppm CO₂; +3,7°C; réduction de 56 % de la concentration d'ions carbonates). Les variations projetées à l'échelle régionale, en particulier dans les systèmes côtiers extrêmement complexes (sections 5.3.3.5 et 30.3.2.2), dans les régions polaires (GTI, section 6.4.4) ou en eaux plus profondes sont plus difficiles à établir, mais laissent généralement deviner des tendances comparables.

Incidences biologiques, écologiques et biogéochimiques

Les études des incidences de l'acidification des océans sur les organismes marins sont toutes relativement récentes, et ont fait l'objet de plusieurs méta-analyses (sections 6.3.2.1 et 6.3.5.1). La sensibilité des organismes marins aux vitesses d'acidification des océans projetées varie largement au sein des divers groupes d'organismes ainsi que d'un groupe à l'autre, et elle tend à être plus grande aux stades plus précoces de leur développement (*degré de confiance élevé*; sections 5.4.2.2, 5.4.2.4 et 6.3.2). Les incidences positives et négatives laissent deviner certaines

tendances (*degré de confiance élevé*; figure OA-1C), mais de grandes incertitudes subsistent quant aux incidences sur les organismes, leur cycle biologique et leurs écosystèmes. D'autres facteurs, comme le réchauffement, l'hypoxie, la teneur en nutriments et la disponibilité en lumière, peuvent influencer sur la réaction des organismes, et souvent l'amplifier (*degré de confiance élevé*; sections 5.4.2.4 et 6.3.5).

La croissance et la production primaire des herbiers marins et de certaines variétés de phytoplancton sont accélérées (*degré de confiance élevé*; sections 5.4.2.3, 6.3.2.2, 6.3.2.3 et 30.5.6). Les efflorescences d'algues toxiques risquent de devenir plus fréquentes (*éléments de preuve limités, degré de cohérence moyen*). L'acidification des océans pourrait stimuler la fixation de l'azote (*éléments de preuve limités, degré de cohérence faible*; 6.3.2.2). Elle réduit le taux de calcification de la plupart des organismes calcifiants des fonds marins, à quelques exceptions près (*éléments de preuve robustes, degré de cohérence moyen*) — par exemple, les madréporaires (voir encart thématique ET-RC), les algues coralliennes, les bivalves et les gastéropodes —, et réduit la compétitivité de ces organismes vis-à-vis des organismes non calcifiants (sections 5.4.2.2, 5.4.2.4 et 6.3.2.5). Le réchauffement et l'acidification des océans accélèrent la dissolution du carbonate de calcium; ils provoquent une dissolution nette des dépôts et des structures de carbonate, et la perte des habitats qui leurs sont associés (*degré de confiance moyen*; 5.4.2.4, 6.3.2.5 et 6.3.5.4). Ces phénomènes perturbent le comportement de certains poissons des habitats coralliens et des eaux tempérées, les désorientent et réduisent leur aptitude à distinguer leurs congénères des prédateurs (section 6.3.2.4). Cependant, rien ne permet d'affirmer à l'heure actuelle que ces effets pourraient persister à l'échelle temporelle de l'évolution chez les quelques groupes d'organismes analysés (section 6.3.2).

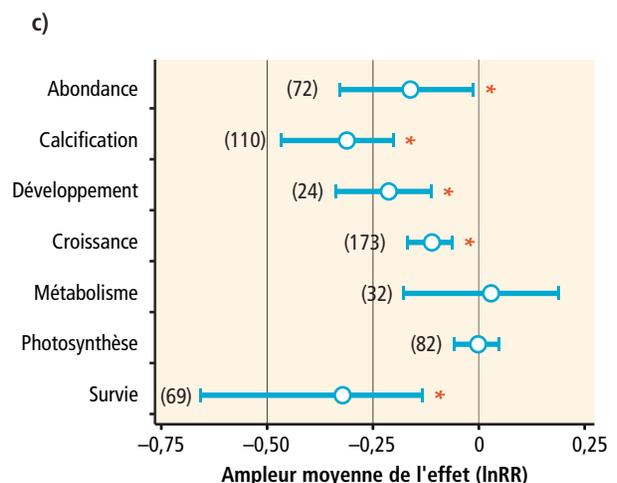
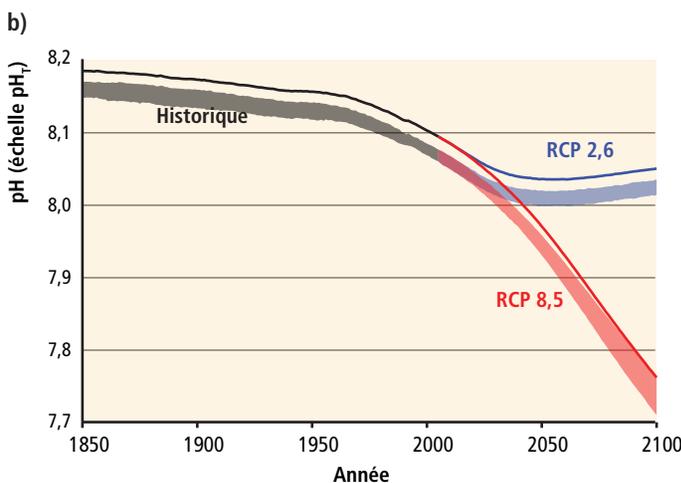


Figure AO-1 a) Aperçu des incidences chimiques, biologiques et socio-économiques de l'acidification des océans et des possibilités d'action (adapté de Turley et Gattuso, 2012). b) Séries chronologiques simulées à partir de plusieurs modèles de l'évolution du pH moyen global de l'eau à la surface des océans (échelle pH_e), tirées de simulations réalisées dans le cadre de la cinquième phase du Projet de comparaison de modèles couplés (CMIP5) pour la période 1850 - 2100. Les projections se fondent sur les scénarios RCP (profils représentatifs d'évolution de concentration) 2,6 (en bleu) et 8,5 (en rouge). Elles indiquent la moyenne de plusieurs modèles (lignes continues) et l'étendue des valeurs correspondant aux divers modèles de simulation (bandes ombragées). La ligne noire (bande grise) représente l'évolution historique modélisée à l'aide des forçages historiques reconstruits. Les modèles inclus sont ceux du CMIP5 qui simulent le cycle mondial du carbone sous des conditions prescrites de concentrations atmosphériques de CO₂ (GTI RE5, figures RID.7 et RT.20). c) Effet de l'acidification dans un avenir proche (réduction du pH de l'eau de mer de ≤ 0,5 unité) sur les principales variables-réactions, estimé par méta-analyses des effets aléatoires pondérés (sauf dans le cas de la survie, où il n'y a pas de pondération) (Kroeker *et al.*, 2013). Le taux de réaction log-transformé (log-transformed response ratio – lnRR) est le ratio de l'effet moyen observé dans le groupe exposé à l'acidification par rapport à l'effet moyen observé dans un groupe témoin. Il permet d'indiquer celui des processus qui est le plus uniformément perturbé par l'acidification des océans, bien que de grandes variations soient observées entre les diverses espèces. Les différences sont jugées significatives lorsque l'intervalle de confiance à 95 %, obtenu par bootstrap, reste en deçà de la valeur zéro. Le nombre d'expériences utilisées aux fins des analyses est indiqué entre parenthèses. L'astérisque (*) indique un effet statistiquement significatif.

On a constaté chez certaines espèces de phytoplancton et de mollusques une adaptation à l'acidification des océans lors d'expériences réalisées dans la durée (*éléments de preuve limités, degré de cohérence moyen*; section 6.3.2.1), donnant ainsi à penser que les réactions observées à long terme pourraient être moins marquées que celles observées dans le cadre d'expériences réalisées sur des périodes de temps plus courtes. Cependant, les extinctions massives survenues au cours de l'histoire de la Terre ont coïncidé avec des taux d'acidification des océans beaucoup plus bas, combinés à d'autres facteurs de changement, ce qui porte à conclure que le rythme d'évolution des animaux et des plantes plus sensibles ne sera pas assez rapide pour leur permettre de s'adapter au rythme de changement projeté pour l'avenir (*degré de confiance moyen*; section 6.1.2).

La diversité des réactions observées à l'échelle des espèces complique les projections des effets de l'acidification des océans à l'échelle des écosystèmes. Les différences observées en matière de vulnérabilité et les variations qu'elles engendrent au niveau de la performance et de la répartition des espèces influenceront sur les rapports prédateurs-proies et sur les interactions concurrentielles (sections 6.3.2.5, 6.3.5 et 6.3.6), et pourraient de ce fait avoir un effet sur les réseaux trophiques et sur les niveaux trophiques plus élevés (*éléments de preuve limités, degré de cohérence élevé*). Des sites analogues naturels — par exemple, les cheminées sous-marines rejetant du gaz carbonique — se caractérisent par une baisse de la diversité des espèces, de la biomasse et de la complexité des communautés (encart thématique ET-RC; sections 5.4.2.3, 6.3.2.5, 30.3.2.2 et 30.5). On a également observé des changements de la structure des communautés dans les régions caractérisées par une baisse rapide du pH (section 5.4.2.2).

Les réactions propres aux diverses espèces et les interactions trophiques restent mal connues, et nous comprenons donc encore très mal les effets de l'acidification des océans sur les cycles biogéochimiques globaux (*éléments de preuve limités, degré de cohérence faible*). Les interactions additives, synergiques ou antagonistes de facteurs comme la température, les concentrations d'oxygène et de nutriments et l'intensité lumineuse n'ont toujours pas fait l'objet d'études suffisantes.

Risques, incidences socio-économiques et coûts

Les effets de l'acidification des océans sur les organismes et les écosystèmes marins et, à terme, sur les sociétés humaines engendrent deux types de risques: perturbation fondamentale des processus physiologiques et écologiques chez les organismes (section 6.3.2.1); répercussions sur les écosystèmes et sur les écoservices qu'ils procurent à la société (encadré 19-2). Par exemple, l'acidification des océans prévisible en vertu des scénarios RCP 4,5 à RCP 8,5 aura des répercussions sur la formation et le maintien des récifs coralliens (*degré de confiance élevé*; encart thématique ET-RC, section 5.4.2.4) et sur les biens et services qu'ils procurent — par exemple, pêche, tourisme et protection des côtes (*éléments de preuve limités, degré de cohérence élevé*; encart ET-RC; sections 6.4.1.1, 19.5.2, 27.3.3, 30.5 et 30.6). L'acidification des océans pose par ailleurs plusieurs autres types de risques encore impossibles à quantifier à cause du nombre insuffisant d'études disponibles, notamment celles portant sur l'ampleur des répercussions écologiques et socio-économiques (section 19.5.2).

Il n'existe pas d'estimation globale des coûts économiques observés ou projetés associés à l'acidification des océans. L'enchaînement des répercussions du phénomène à travers les réseaux trophiques, des niveaux inférieurs jusqu'aux grands prédateurs, constitue la plus grande source d'incertitude. Cependant, plusieurs exemples instructifs peuvent servir à illustrer l'ampleur des incidences possibles de l'acidification des océans. La baisse de la production de mollusques à coquille commercialement exploitables (section 6.4.1.1) pourrait atteindre 3 à 13 % aux États-Unis d'Amérique, selon le scénario d'émissions A1FI du Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émission (RSSE) (*degré de confiance faible*). Le coût global de la baisse de production de mollusques pourrait atteindre plus de 100 milliards de dollars d'ici 2100 (*éléments de preuve limités, degré de cohérence moyen*). Les modèles donnent à penser que l'acidification des océans entraînera une réduction générale de la biomasse et des prises de poissons (*degré de confiance faible*) et que des interactions additives, antagonistes ou synergiques complexes avec d'autres facteurs environnementaux (réchauffement) et humains (gestion des pêches) interviendront également (section 6.4.1.1). Les répercussions économiques annuelles prévisibles de la destruction des récifs coralliens provoquée par l'acidification des océans d'ici à 2100 ont été estimées en 2012 à 870 et à 528 milliards de dollars respectivement pour les scénarios d'émission RSSE A1 et B2 (*degré de confiance faible*; section 6.4.1). Même si ces montants sont faibles comparativement au produit mondial brut, ils peuvent représenter une baisse considérable du produit intérieur brut de plusieurs régions côtières ou petits États insulaires qui dépendent des biens et services écologiques des récifs coralliens (sections 25.7.5 et 29.3.1.2).

Atténuation et adaptation

La gestion des répercussions de l'acidification des océans comporte deux grands volets: atténuation des sources du problème (par exemple, réduction des émissions anthropiques de CO₂) et/ou adaptation à ses effets en agissant sur les conséquences passées et futures de l'acidification (section 6.4.2.1). La réduction des concentrations atmosphériques de CO₂ est le moyen le plus efficace et le moins risqué de réduire l'acidification et ses impacts (section 6.4.2.1). Les techniques de géo-ingénierie climatique fondées sur la gestion du rayonnement solaire resteront sans effet sur l'acidification des océans et pourraient même aggraver le problème dans certaines circonstances (section 6.4.2.2); celles qui visent à extraire le CO₂ de l'atmosphère pourraient régler directement le problème, mais elles sont très coûteuses et pourraient être limitées par l'insuffisance des moyens de stockage du CO₂ (section 6.4.2.2). Par ailleurs, certaines méthodes comme la fertilisation par le fer permettent uniquement de transférer le problème de l'acidification des couches supérieures de l'océan aux zones plus profondes, et risquent d'influer sur les teneurs en oxygène des eaux profondes (sections 6.4.2.2, 30.3.2.3 et 30.5.7). Une stratégie « à faibles regrets », mais à efficacité relativement limitée, consisterait à limiter la fréquence et l'amplitude de facteurs autres que la teneur en CO₂ —

par exemple, la pollution par les nutriments (section 6.4.2.1). Enfin, la réduction des apports anthropiques de nutriments et d'autres matières organiques dans les zones océaniques côtières pourrait faire partie des mesures locales de lutte contre l'acidification des océans (section 5.3.4.2). L'adduction d'eau pour l'aquaculture à partir de bassins hydrographique locaux uniquement lorsque son pH se situe dans la bonne gamme de valeurs, la sélection d'espèces ou de souches moins sensibles ou la réimplantation des industries dans d'autres lieux comptent également au nombre des stratégies d'adaptation envisageables (section 6.4.2.1).

Bibliographie

- Kroeker, K., R.C. Kordas, A. Ryan, I. Hendriks, L. Ramajo, G. Singh, C. Duarte et J.-P. Gattuso, 2013: Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming. *Global Change Biology*, **19**, 1884-1896.
- Turley, C. et J.-P. Gattuso, 2012: Future biological and ecosystem impacts of ocean acidification and their socioeconomic-policy implications. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **4**, 278-286.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Gattuso, J.-P., P.G. Brewer, O. Hoegh-Guldberg, J.A. Kleypas, H.-O. Pörtner et D.N. Schmidt, 2014: Encart thématique – Acidification des océans. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 139-142.

PP

Production primaire nette des océans

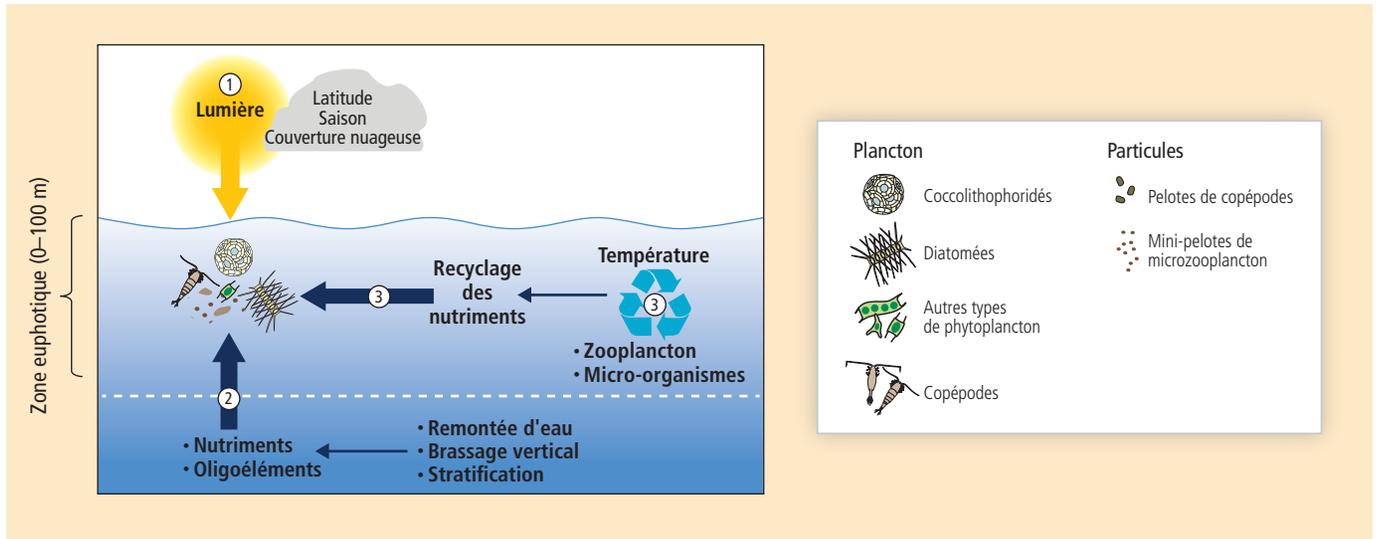
Philip W. Boyd (Nouvelle-Zélande), Svein Sundby (Norvège), Hans-Otto Pörtner (Allemagne)

La production primaire nette (PPN) correspond à la différence entre la fixation photosynthétique du carbone et la fraction du carbone fixé utilisée pour la respiration et l'entretien des cellules des microorganismes planctoniques autotrophes et des plantes benthiques (sections 6.2.1 et 6.3.1). Les facteurs environnementaux qui participent à la PPN — lumière, nutriments, micronutriments, CO₂ et température — (figure PP-1a) dépendent à leur tour des processus océaniques et atmosphériques, y compris la couverture nuageuse; l'étendue des glaces de mer; le brassage effectué par les vents, les vagues et les courants; la convection; la stratification de densité; et diverses formes de remontée d'eau profonde provoquées par les tourbillons, l'activité frontale et les courants de bord. La température agit de multiples façons en influant sur la physiologie du phytoplancton et sur le recyclage des nutriments par les bactéries hétérotrophes, sur la stratification de la colonne d'eau et sur l'étendue des glaces de mer (figure PP-1a). Le changement climatique devrait avoir une incidence profonde sur la PPN en entraînant de multiples effets qui dépendront des conditions physiques régionales et locales (GTI RE5, chapitre 3), ainsi que de la structure et du fonctionnement des écosystèmes (*degré de confiance moyen*; sections 6.3.4 et 6.5.1). Les facteurs environnementaux peuvent aller jusqu'à découpler les variations de la productivité à l'échelle régionale: environnements subtropicaux pauvres en nutriments et environnements arctiques pauvres en lumière à une extrémité du spectre, et régions de remontée d'eau productives et régions côtières hautement eutrophiques à l'autre (figure PP-1b).

Les océans assurent actuellement près de la moitié de la production primaire nette mondiale, soit environ 50×10^{15} g C an⁻¹ (Field *et al.*, 1998). Les estimations mondiales de la PPN s'obtiennent principalement par la télédétection par satellite (section 6.1.2) qui assure désormais des niveaux sans précédent de couverture spatiale et temporelle et dont les résultats peuvent être validés à l'aide de mesures océaniques réalisées à l'échelle régionale. Les observations font ressortir des variations sensibles des taux de PPN lorsque les facteurs environnementaux subissent des perturbations naturelles épisodiques — par exemple, éruptions volcaniques qui augmentent l'apport en fer, observées dans les eaux à forte teneur en nitrates et à faible teneur en chlorophylle du nord-est du Pacifique (Hamme *et al.*, 2010). La variabilité climatique peut engendrer des changements profonds de la PPN (Chavez *et al.*, 2011) — par exemple, le passage d'un épisode El Niño à un épisode La Niña qui accélère le transfert vertical des nutriments et des oligoéléments dans le Pacifique équatorial (Chavez *et al.*, 1999).

Les séries chronologiques de données établies sur plusieurs années ont servi à évaluer les tendances spatiales de la PPN au cours des récentes décennies. En utilisant des données

a)



b)

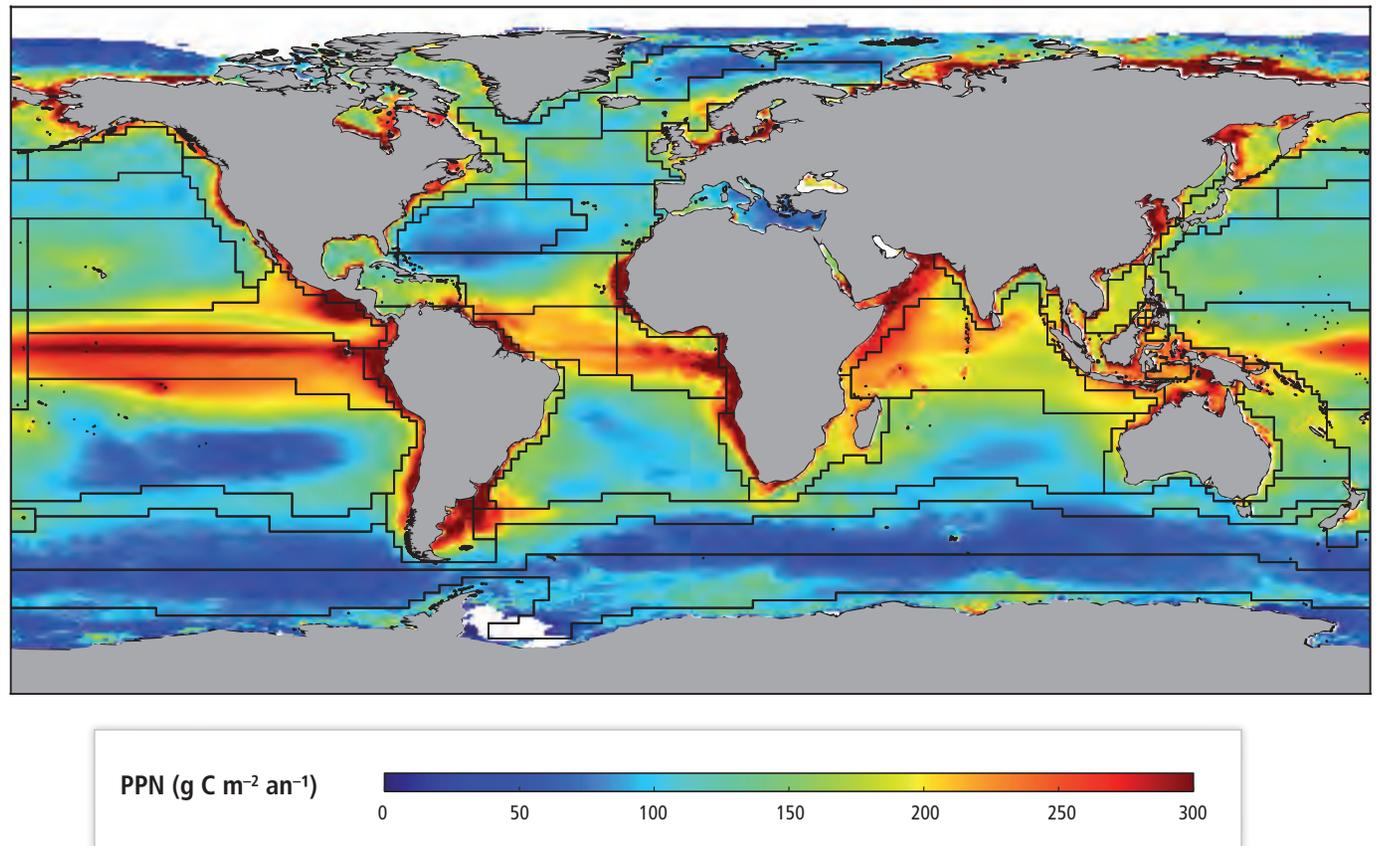


Figure PP-1 | a) Facteurs environnementaux influant sur la production primaire nette (PPN). Trois facteurs principaux influent sur la PPN: 1) les conditions de lumière à la surface de l’océan, c’est-à-dire dans la zone photique où se déroule la photosynthèse; 2) le flux ascendant des nutriments et micronutriments des eaux plus profondes à la zone photique; 3) la régénération des nutriments et des micronutriments réalisée par le biais de la décomposition et du recyclage de la matière organique avant que cette dernière ne s’enfonce sous la zone photique. Ces trois facteurs varient d’un écosystème régional à l’autre sous l’effet de processus physiques, chimiques et biologiques. De plus, la température de l’eau influence fortement sur les taux de photosynthèse les plus élevés des cellules qui regorgent de ressources. Les prévisions concernant les variations de la productivité primaire engendrées par le changement climatique dépendent d’une paramétrisation et d’une simulation correctes de chacune de ces variables et chacun de ces processus pour chaque région. **b)** Carte composite des taux annuels mondiaux de PPN (dérivés de données de climatologie du spectroradiomètre imageur à moyenne résolution (MODIS) du satellite AQUA recueillies de 2003 à 2012; la PPN a été calculée à l’aide du modèle CbPM (productivité fondée sur le carbone; Westberry *et al.*, 2008). La grille de fines lignes noires qui recouvre la carte délimite les 51 provinces biogéographiques océaniques (tiré de Longhurst, 1998; adapté de Boyd et Doney, 2002). Les caractéristiques et les frontières de chacune des provinces sont principalement déterminées par les conditions physiques et chimiques régionales de la zone océanique sous-jacente. Zones blanches = pas de données. (Image reproduite avec l’aimable autorisation de Toby Westberry (OSU) et d’Ivan Lima (WHOI); données satellitaires utilisées avec l’aimable autorisation du Ocean Biology Processing Group de la NASA.)

satellites, Behrenfeld *et al.* (2006) ont mesuré une réduction prolongée et soutenue de la PPN mondiale de 190×10^{12} g C an⁻¹ pour la période 1999–2005, soit une réduction annuelle de 0,57 % à l'échelle mondiale. En revanche, une série chronologique de mesures directes de la PPN réalisées entre 1988 et 2007 par Saba *et al.* (2010) (incubations *in situ* au moyen du radiomarqueur bicarbonate ¹⁴C) a indiqué une augmentation (2 % an⁻¹) de la PPN dans deux sites de haute mer de basse latitude. Cette différence entre les observations *in situ* et les données de télédétection trahit le degré d'incertitude qui marque les méthodes utilisées et/ou la mesure dans laquelle des sites séparés peuvent être jugés représentatifs de provinces océaniques entières (Saba *et al.*, 2010, 2011). Des études de modélisation ont plus tard révélé que les valeurs de la PPN établies à partir d'archives remontant à moins de 15 ans ou dérivées de relevés satellitaires ne permettaient pas de faire une distinction entre les variations de la PPN provoquées par le changement climatique et celles engendrées par la variabilité naturelle du climat (Henson *et al.*, 2010; Beaulieu *et al.*, 2013). Par ailleurs, bien qu'elles couvrent de multiples décennies, les séries chronologiques disponibles de mesures de la PPN océanique ne portent pas sur des périodes assez longues, compte tenu de l'échelle temporelle des phénomènes de variabilité climatique à plus long terme — par exemple, l'oscillation atlantique multidécennale (OAM) dont la période varie de 60 à 70 ans (figure 6-1). On a par ailleurs reproché à des tentatives plus récentes de synthèse de séries temporelles plus longues (par exemple, centenaires) de concentrations de la chlorophylle aux fins de la mesure indirecte des stocks de phytoplancton (par exemple, Boyce *et al.*, 2010) de s'appuyer sur des liens douteux entre diverses mesures indirectes de la chlorophylle utilisées sur une période de plus de cent ans (voir, par exemple, Rykaczewski et Dunne, 2011).

Les modèles dans lesquels les changements climatiques annoncés influent sur les facteurs déterminants de la PPN fournissent une estimation des changements que peut subir cette dernière, ainsi que de leur rythme. Par exemple, quatre modèles couplés du climat mondial et de la biogéochimie des océans du système terrestre (GTI RE5, chapitre 6) annoncent une augmentation de la PPN aux hautes latitudes due à une atténuation des contraintes climatiques (lumière et températures) qui pèsent sur cette dernière, en particulier dans les biomes de hautes latitudes (Steinacher *et al.*, 2010). Cependant, cette augmentation régionale de la PPN serait largement annulée par les baisses survenues aux latitudes basses et moyennes sous l'effet d'un apport réduit de macronutriments dans la zone photique. La réduction de l'épaisseur de la couche de mélange et de la vitesse de circulation pourrait entraîner une réduction du flux des macronutriments vers la zone euphotique (figure 6-2). Ces changements des conditions océaniques engendrent une réduction de la PPN moyenne mondiale de 2 à 13 % d'ici 2100, par rapport aux valeurs de 2000, dans un scénario d'émissions élevées (Polovina *et al.*, 2011; SRES (Rapport spécial sur les scénarios d'émissions) A2, entre RCP 6,0 et RCP 8,5). Ces résultats concordent avec ceux d'une analyse plus récente fondée sur 10 modèles du système Terre (Bopp *et al.*, 2013) qui laissent prévoir des réductions de la PPN mondiale de 8,6 (±7,9), 3,9 (±5,7), 3,6 (±5,7) et 2,0 (±4,1) % d'ici aux années 2090, par rapport aux années 1990, d'après les scénarios RCP 8,5, RCP 6,0, RCP 4,5 et RCP 2,6 respectivement. Cependant, l'ampleur des changements projetés varie largement d'un modèle à l'autre (baisse de la PPN mondiale variant de 0 à 20 % d'après le scénario RCP 8,5). Les divers modèles donnent des valeurs très différentes de la PPN à l'échelle régionale (par exemple, d'une province à l'autre; voir figure PP-1b).

Les modèles avaient prévu une gamme de scénarios de variation de la PPN mondiale — d'une augmentation (par rapport aux taux préindustriels) pouvant atteindre 8,1 % d'après un scénario intermédiaire (scénario A1B du RSSE, semblable au scénario RCP 6,0; Sarmiento *et al.*, 2004; Schmittner *et al.*, 2008) à une baisse de 2-20 % d'après le scénario d'émissions A2 du RSSE (Steinacher *et al.*, 2010). Ces projections n'ont pas pris en compte le rôle possible de la production primaire dérivée de la fixation de l'azote atmosphérique dans les régions tropicales et subtropicales qui est favorisée par une stratification accrue et par une réduction de l'apport de nutriments dû au mélange. Ce mécanisme pourrait jouer un rôle important, même si les hausses épisodiques du taux de fixation de l'azote ne sont pas durables sans la présence d'un excédent de phosphates (voir par exemple Moore *et al.*, 2009; Boyd *et al.*, 2010). Cela peut conduire à sous-estimer la PPN (Mohr *et al.*, 2010; Mulholland *et al.*, 2012; Wilson *et al.*, 2012), bien que l'ampleur de cette sous-estimation reste à déterminer (Luo *et al.*, 2012).

La prudence est de mise lorsqu'on compare les tendances mondiales, provinciales (par exemple, milieux océaniques de basses latitudes; voir Behrenfeld *et al.*, 2006) et régionales de la PPN dérivées de l'observation, puisque des facteurs environnementaux locaux — par exemple, stratification de densité accrue due à la fonte de la glace de mer dans la couche océanique supérieure — peuvent intervenir dans certaines régions. Par exemple, une saison de croissance du phytoplancton plus longue due à un prolongement de la période libre de glace pourrait avoir conduit, entre 1998 et 2009, à une augmentation moyenne de la PPN de $8,1 \times 10^{12}$ g C an⁻¹ (d'après les séries chronologiques validées à l'échelle régionale de mesures satellitaires de la PPN dans les eaux arctiques (Arrigo et van Dijken, 2011)). Il est fait état dans les sections 30.5.1 à 30.5.6 d'autres tendances régionales de la PPN. De plus, même si les divers modèles fournissent des projections comparables de la PPN mondiale (Steinacher *et al.*, 2010; Bopp *et al.*, 2013), leurs projections régionales diffèrent sensiblement. Le problème consiste donc à identifier les aspects des paramétrisations des différents modèles qui déterminent les différences régionales observées de la PPN, et à contrôler l'exactitude des projections mondiales.

À l'échelle planétaire, la PPN mesurée en haute mer diminuera modérément d'ici 2100 tant en conditions d'émissions faibles (scénario B1 du RSSE ou RCP 4,5) qu'en conditions d'émissions élevées (*degré de confiance moyen*; scénario A2 du RSSE ou RCP 6,0 ou 8,5; sections 6.3.4, 6.5.1), alors qu'elle augmentera sous les hautes latitudes et diminuera sous les tropiques (*degré de confiance moyen*). Cependant, les *éléments de preuve* concernant la direction, l'ampleur et les différences projetées de l'évolution de la PPN dans diverses régions océaniques et zones marines côtières d'ici 2100 sont *limités*, et leur *degré de cohérence est faible* (*degré de confiance faible*).

Bibliographie

- Arrigo, K.R. et G.L. van Dijken, 2011: Secular trends in Arctic Ocean net primary production. *Journal of Geophysical Research*, **116**(C9), C09011, doi:10.1029/2011JC007151.
- Beaulieu, C., S.A. Henson, J.L. Sarmiento, J.P. Dunne, S.C. Doney, R.R. Rykaczewski et L. Bopp, 2013: Factors challenging our ability to detect long-term trends in ocean chlorophyll. *Biogeosciences*, **10**(4), 2711-2724.
- Behrenfeld, M.J., R.T. O'Malley, D.A. Siegel, C.R. McClain, J.L. Sarmiento, G.C. Feldman, A.J. Milligan, P.G. Falkowski, R.M. Letelier et E.S. Boss, 2006: Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, **444**(7120), 752-755.
- Bopp, L., L. Resplandy, J.C. Orr, S.C. Doney, J.P. Dunne, M. Gehlen, P. Halloran, C. Heinze, T. Ilyina, R. Sférian, J. Tjiputra et M. Vichi, 2013: Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences*, **10**, 6225-6245.
- Boyce, D.G., M.R. Lewis et B. Worm, 2010: Global phytoplankton decline over the past century. *Nature*, **466**(7306), 591-596.
- Boyd, P.W. et S.C. Doney, 2002: Modelling regional responses by marine pelagic ecosystems to global climate change. *Geophysical Research Letters*, **29**(16), 53-1-53-4, doi:10.1029/2001GL014130.
- Boyd, P.W., R. Strzpek, F.X. Fu et D.A. Hutchins, 2010: Environmental control of open-ocean phytoplankton groups: now and in the future. *Limnology and Oceanography*, **55**(3), 1353-1376.
- Chavez, F.P., P.G. Strutton, C.E. Friederich, R.A. Feely, G.C. Feldman, D.C. Foley et M.J. McPhaden, 1999: Biological and chemical response of the equatorial Pacific Ocean to the 1997-98 El Niño. *Science*, **286**(5447), 2126-2131.
- Chavez, F.P., M. Messié et J.T. Pennington, 2011: Marine primary production in relation to climate variability and change. *Annual Review of Marine Science*, **3**(1), 227-260.
- Field, C.B., M.J. Behrenfeld, J.T. Randerson et P. Falkowski, 1998: Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, **281**(5374), 237-240.
- Hamme, R.C., P.W. Webley, W.R. Crawford, F.A. Whitney, M.D. DeGrandpre, S.R. Emerson, C.C. Eriksen, K.E. Giesbrecht, J.F.R. Gower, M.T. Kavanaugh, M.A. Peña, C.L. Sabine, S.D. Batten, L.A. Coogan, D.S. Grundle et D. Lockwood, 2010: Volcanic ash fuels anomalous plankton bloom in subarctic northeast Pacific. *Geophysical Research Letters*, **37**(19), L19604, doi:10.1029/2010GL044629.
- Henson, S.A., J.L. Sarmiento, J.P. Dunne, L. Bopp, I. Lima, S.C. Doney, J. John et C. Beaulieu, 2010: Detection of anthropogenic climate change in satellite records of ocean chlorophyll and productivity. *Biogeosciences*, **7**(2), 621-640.
- Longhurst, A.R., 1998: *Ecological Geography of the Sea*. Academic Press, San Diego, CA (États-Unis d'Amérique), 560 p.
- Luo, Y.-W., S.C. Doney, L.A. Anderson, M. Benavides, I. Berman-Frank, A. Bode, S. Bonnet, K.H. Boström, D. Böttjer, D.G. Capone, E.J. Carpenter, Y.L. Chen, M.J. Church, J.E. Dore, L.I. Falcón, A. Fernández, R.A. Foster, K. Furuya, F. Gómez, K. Gundersen, A.M. Hynes, D.M. Karl, S. Kitajima, R.J. Langlois, J. LaRoche, R.M. Letelier, E. Marañón, D.J. McGillicuddy Jr., P.H. Moisander, C.M. Moore, B. Mouriño-Carballido, M.R. Mulholland, J.A. Needoba, K.M. Orcutt, A.J. Poulton, E. Rahav, P. Raimbault, A.P. Rees, L. Riemann, T. Shiozaki, A. Subramaniam, T. Tyrrell, K.A. Turk-Kubo, M. Varela, T.A. Villareal, E.A. Webb, A.E. White, J. Wu et J.P. Zehr, 2012: Database of diazotrophs in global ocean: abundances, biomass and nitrogen fixation rates. *Earth System Science Data*, **4**, 47-73, doi:10.5194/essd-4-47-2012.
- Mohr, W., T. Großkopf, D.W.R. Wallace et J. LaRoche, 2010: Methodological underestimation of oceanic nitrogen fixation rates. *PLoS ONE*, **5**(9), e12583, doi:10.1371/journal.pone.0012583.
- Moore, C.M., M.M. Mills, E.P. Achterberg, R.J. Geider, J. LaRoche, M.I. Lucas, E.L. McDonagh, X. Pan, A.J. Poulton, M.J.A. Rijkenberg, D.J. Suggett, S.J. Ussher et E.M.S. Woodward, 2009: Large-scale distribution of Atlantic nitrogen fixation controlled by iron availability. *Nature Geoscience*, **2**(12), 867-871.
- Mulholland, M.R., P.W. Bernhardt, J.L. Blanco-Garcia, A. Mannino, K. Hyde, E. Mondragon, K. Turk, P.H. Moisander et J.P. Zehr, 2012: Rates of dinitrogen fixation and the abundance of diazotrophs in North American coastal waters between Cape Hatteras and Georges Bank. *Limnology and Oceanography*, **57**(4), 1067-1083.
- Polovina, J.J., J.P. Dunne, P.A. Woodworth et E.A. Howell, 2011: Projected expansion of the subtropical biome and contraction of the temperate and equatorial upwelling biomes in the North Pacific under global warming. *ICES Journal of Marine Science*, **68**(6), 986-995.
- Rykaczewski, R.R. et J.P. Dunne, 2011: A measured look at ocean chlorophyll trends. *Nature*, **472**(7342), E5-E6, doi:10.1038/nature09952.
- Saba, V.S., M.A.M. Friedrichs, M.-E. Carr, D. Antoine, R.A. Armstrong, I. Asanuma, O. Aumont, N.R. Bates, M.J. Behrenfeld, V. Bennington, L. Bopp, J. Bruggeman, E.T. Buitenhuis, M.J. Church, A.M. Ciotti, S.C. Doney, M. Dowell, J. Dunne, S. Dutkiewicz, W. Gregg, N. Hoepffner, K.J.W. Hyde, J. Ishizaka, T. Kameda, D.M. Karl, I. Lima, Lomas, J. Marra, G.A. McKinley, F. Mélin, J.K. Moore, A. Morel, J. O'Reilly, B. Salihoglu, M. Scardi, T.J. Smyth, S.L. Tang, J. Tjiputra, J. Uitz, M. Vichi, K. Waters, T.K. Westberry et A. Yool, 2010: Challenges of modeling depth-integrated marine primary productivity over multiple decades: a case study at BATS and HOT. *Global Biogeochemical Cycles*, **24**, GB3020, doi:10.1029/2009GB003655.
- Saba, V.S., M.A.M. Friedrichs, D. Antoine, R.A. Armstrong, I. Asanuma, M.J. Behrenfeld, A.M. Ciotti, M. Dowell, N. Hoepffner, K.J.W. Hyde, J. Ishizaka, T. Kameda, J. Marra, F. Mélin, A. Morel, J. O'Reilly, M. Scardi, W.O. Smith Jr., T.J. Smyth, S. Tang, J. Uitz, K. Waters et T.K. Westberry, 2011: An evaluation of ocean color model estimates of marine primary productivity in coastal and pelagic regions across the globe. *Biogeosciences*, **8**(2), 489-503.
- Sarmiento, J.L., R. Slater, R. Barber, L. Bopp, S.C. Doney, A.C. Hirst, J. Kleypas, R. Matear, U. Mikolajewicz, P. Monfray, V. Soldatov, S.A. Spall et R. Stouffer, 2004: Response of ocean ecosystems to climate warming. *Global Biogeochemical Cycles*, **18**(3), GB3003, doi:10.1029/2003GB002134.
- Schmittner, A., A. Oschlies, H.D. Matthews et E.D. Galbraith, 2008: Future changes in climate, ocean circulation, ecosystems, and biogeochemical cycling simulated for a business-as-usual CO2 emission scenario until year 4000 AD. *Global Biogeochemical Cycles*, **22**(1), GB1013, doi:10.1029/2007GB002953.
- Steinacher, M., F. Joos, T.L. Frölicher, L. Bopp, P. Cadule, V. Cocco, S.C. Doney, M. Gehlen, K. Lindsay, J.K. Moore, B. Schneider et J. Segsneider, 2010: Projected 21st century decrease in marine productivity: a multi-model analysis. *Biogeosciences*, **7**(3), 979-1005.
- Westberry, T., M.J. Behrenfeld, D.A. Siegel et E. Boss, 2008: Carbon-based primary productivity modeling with vertically resolved photoacclimation. *Global Biogeochemical Cycles*, **22**(2), GB2024, doi:10.1029/2007GB003078.
- Wilson, S.T., D. Böttjer, M.J. Church et D.M. Karl, 2012: Comparative assessment of nitrogen fixation methodologies, conducted in the oligotrophic North Pacific Ocean. *Applied and Environmental Microbiology*, **78**(18), 6516-6523.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Boyd, P.W., S. Sundby et H.-O. Pörtner, 2014: Encart thématique – Production primaire nette des océans. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 143-146.

Récapitulatif des données climatologiques régionales

Noah Diffenbaugh (États-Unis d'Amérique), Dáithí Stone (Canada/Afrique du Sud/États-Unis d'Amérique), Peter Thorne (États-Unis d'Amérique/Norvège/Royaume-Uni), Filippo Giorgi (Italie), Bruce Hewitson (Afrique du Sud), Richard Jones (Royaume-Uni), Geert Jan van Oldenborgh (Pays-Bas)

Les informations sur la probabilité du changement climatique à l'échelle régionale évaluées par le Groupe de travail I (GTI) constituent la pierre d'assise du travail d'évaluation des risques liés au climat effectué par le Groupe de travail II. Afin de faciliter la communication de ces informations, le GTII a préparé un ensemble coordonné de données climatologiques régionales qui résume les changements observés et projetés de la température et des précipitations annuelles moyennes à court et à long terme pour les scénarios RCP 2,6 et RCP 8,5. Ces données utilisent les champs de précipitations et de température évalués dans les chapitres 2 et 12 du rapport du GTI, avec réglage des limites spatiales, des mesures d'incertitude et des classes de données aux fins de l'évaluation, par le GTII, des risques liés au climat et des options de gestion des risques. On trouvera de plus amples informations sur les données climatologiques régionales et sur les processus climatiques régionaux au chapitre 14 et à l'annexe 1 du rapport du GTI.

Les cartes du GTII relatives aux températures et précipitations annuelles observées sont fondées sur les mêmes données de base et sur les mêmes calculs de l'exhaustivité des données et du degré de signification des tendances que ceux utilisés au chapitre 2 du rapport du GTI et pour les figures RID.1 et RID.2 du GTI. (On trouvera dans l'encadré 2.2 du rapport du GTI une description complète de la sélection des données d'observation et des tests de signification.) Les tendances observées sont déterminées par régression linéaire, sur la période 1901–2012, des données de la température combinée de l'air à la surface des terres et de la mer (MLOST) (température annuelle), et sur la période 1951–2010, des données du Centre mondial de climatologie des précipitations (GPCC) (précipitations annuelles). Les points de données des cartes sont classés en trois catégories reflétant celles utilisées dans les figures RID.1 et RID.2 du GTI:

- 1) Les couleurs désignent les régions a) où les données sont disponibles en quantités suffisantes pour permettre une estimation robuste de la tendance (c'est-à-dire, uniquement pour les mailles où plus de 70 % des relevés sont complets et où plus de 20 % des données sont disponibles dans les premier et dernier 10 % de la période temporelle), et b) où la tendance est significative au seuil de 10 % (en tenant compte des effets d'autocorrélation sur les résultats des tests de signification).
- 2) Les hachures indiquent les régions où les données sont disponibles en quantités suffisantes pour permettre une estimation robuste de la tendance, mais où cette tendance n'est pas significative au seuil de 10 %.
- 3) Les zones blanches désignent les régions où les données ne permettent pas une estimation robuste de la tendance.

Les cartes du GTII relatives aux températures et précipitations annuelles projetées sont fondées sur les simulations réalisées dans le cadre de la cinquième phase du Projet de comparaison de

modèles couplés (CMIP5; Taylor *et al.*, 2012), lesquelles sont également à l'origine des figures présentées dans le rapport du GTI (y compris aux chapitres 12 et 14 et à l'annexe I de ce rapport). Les archives CMIP5 comprennent des données produites par les modèles de circulation générale couplés atmosphère-océan (MCGAO), des données des modèles MCGAO couplées à des composantes concernant la végétation et/ou le cycle du carbone, et des données de ces modèles couplées à des composantes concernant la chimie de l'atmosphère. Les expériences associées à la cinquième phase du CMIP n'utilisent pas toutes le même nombre de modèles générateurs de données ni le même nombre de réalisations de chaque modèle. Les cartes climatologiques régionales du GTII sont fondées sur les mêmes données de base que celles utilisées dans le chapitre 12 du rapport du GTI (voir par exemple l'encadré 12.1 et la figure 1), y compris les valeurs de la moyenne multi-modèles du GTI; les valeurs des modèles individuels du GTI; les mesures de la variabilité de base (« interne ») du GTI; et les périodes de temps retenues par le GTI en guise de référence (1986–2005) et pour représenter le milieu du XXI^e siècle (2046–2065) et la fin du XXI^e siècle (2081–2100). On trouvera au chapitre 12 et à l'annexe I du rapport du GTI de plus amples détails sur la sélection des modèles, la sélection des réalisations, la définition de la variabilité interne et l'interpolation sur une grille commune.

Contrairement aux simulations élaborées dans le cadre de la troisième phase du CMIP (CMIP3) (Meehl *et al.*, 2007), qui s'appuyaient sur les scénarios d'émissions présentés dans le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions du GIEC (RSSE) (GIEC, 2000), celles associées à la cinquième phase du CMIP utilisaient les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) (van Vuuren *et al.*, 2011) pour caractériser les trajectoires possibles du forçage climatique au cours du XXI^e siècle. Les cartes des projections climatiques régionales du GTII illustrent les scénarios RCP 2,6 et RCP 8,5, qui représentent les situations extrêmes inférieure et supérieure de la gamme des scénarios RCP correspondant à la fin du XXI^e siècle. Les changements projetés de la température moyenne mondiale sont semblables dans tous les scénarios RCP au cours des prochaines décennies (figure CR-1; figure 12.5 du rapport du GTI). Au cours de cette prochaine période de changement climatique « engagé »,

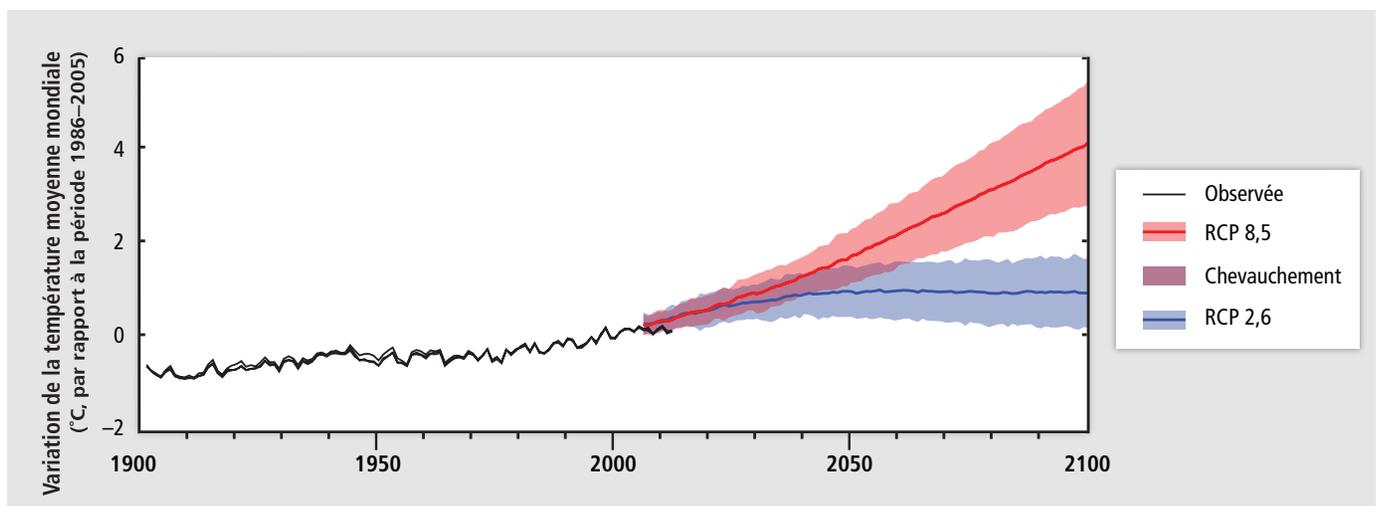


Figure CR-1 | Variations observées et projetées de la température moyenne mondiale, par rapport à la période 1986–2005. Les lignes noires représentent les données tirées de l'analyse GISTEMP de la température de la mer en surface produite par le Goddard Institute for Space Studies, les moyennes de la température combinée de l'air à la surface des terres et de la mer établies par le National Climate Data Center (NCDC-MLOST), et les estimations tirées d'observations sur la température en surface de l'ensemble de données 4.2 établi par l'Unité de recherche sur le climat au Hadley Centre (HadCRUT4.2). Les lignes et les zones ombragées bleues et rouges indiquent la moyenne d'ensemble et la fourchette de variation correspondant à $\pm 1,64$ fois la valeur de l'écart type, fondées sur les simulations issues des expériences de la cinquième phase du CMIP portant sur 32 modèles correspondant au scénario RCP (profil représentatif d'évolution de concentration) 2,6 et sur 39 modèles correspondant au scénario RCP 8,5.

l'évolution des risques dépendra de l'interaction des tendances socio-économiques et du changement climatique. De plus, les réactions de la société — notamment les adaptations — influenceront sur les conséquences observées à court terme. Au cours de la seconde moitié du XXI^e siècle et au-delà, l'ampleur des hausses de la température globale diverge d'un scénario RCP à l'autre (figure CR-1; figure 12.5 du rapport du GTI). Ainsi, à plus long terme, les mesures d'atténuation et d'adaptation à court et à long terme et les voies de développement détermineront les risques liés au changement climatique. Les avantages des mesures d'atténuation et d'adaptation se matérialisent donc sur des périodes de temps différentes, mais qui se recoupent, et les choix qui sont faits aujourd'hui influent sur les risques liés au changement climatique qui se poseront tout au long du XXI^e siècle.

Les cartes de projections illustrent les différences de températures et de précipitations moyennes annuelles entre la période future et la période de référence (figures CR-2 et CR-3), réparties en quatre classes établies conformément aux consignes de la note d'orientation du GIEC sur l'incertitude. Elles fournissent une base quantitative permettant d'estimer la vraisemblance (Mastrandrea *et al.*, 2010): *probable*, correspondant à un degré de vraisemblance de 66 à 100 %, et *très probable*, correspondant à un degré de vraisemblance de 90 à 100 %.

Les classifications des valeurs des projections climatiques régionales du GTII sont fondées sur deux aspects de la probabilité (voir, par exemple, l'encadré 12.1 du rapport du GTI et Knutti *et al.*, 2010): probabilité que les changements projetés dépassent les différences découlant de la

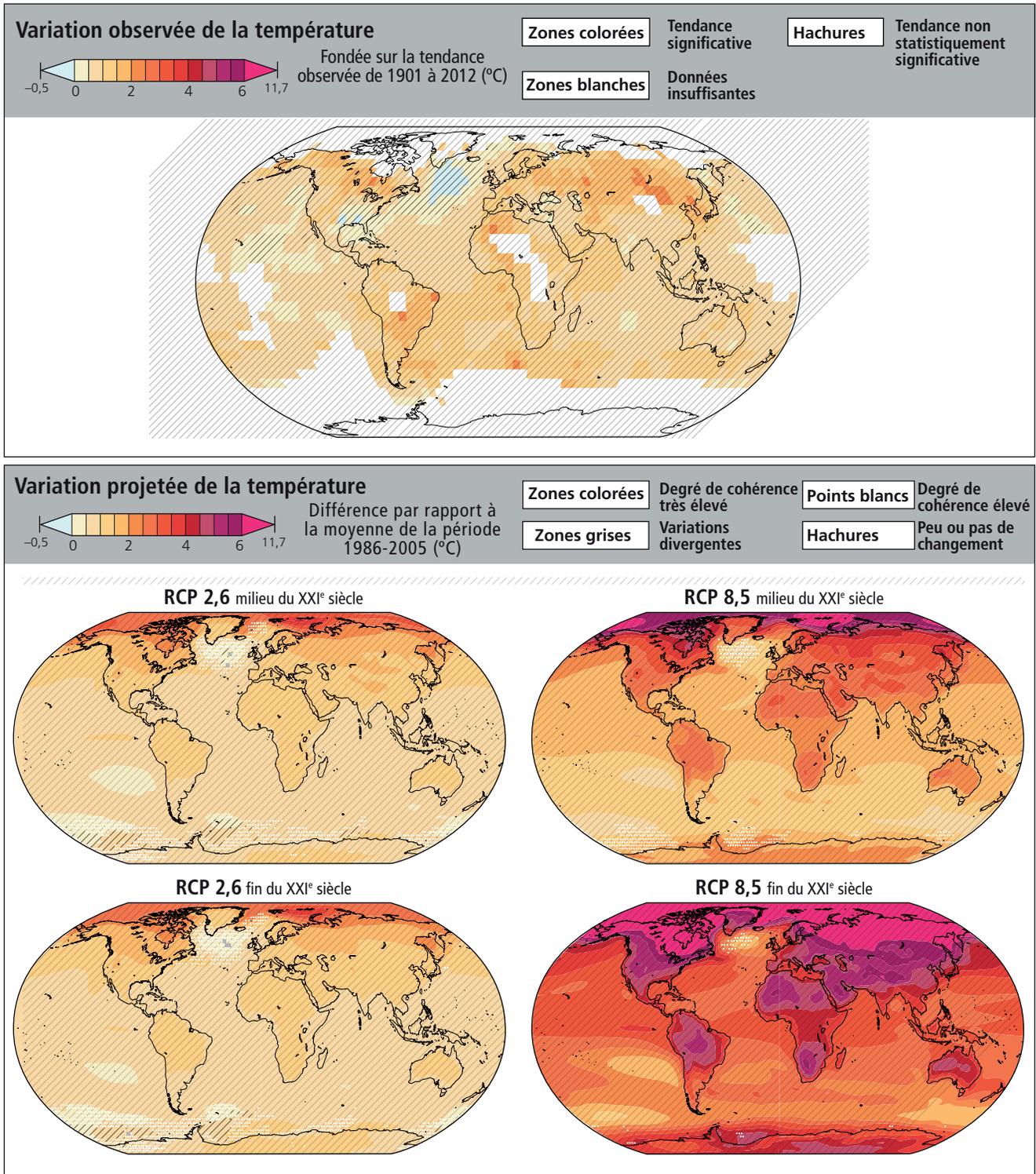


Figure CR-2 | Variations observées et projetées de la moyenne annuelle de la température à la surface du globe. A) Carte des variations de la température moyenne annuelle observées entre 1901 à 2012, dérivées des tendances linéaires lorsque les données sont suffisantes pour établir une estimation robuste (c'est-à-dire, uniquement pour les mailles où plus de 70 % des relevés sont complets et où plus de 20 % des données sont disponibles dans le premier et dernier 10 % de la période temporelle); les autres zones sont laissées en blanc. Les couleurs pleines désignent les zones où les tendances sont significatives au seuil de 10 % (après avoir pris en compte les effets de l'autocorrélation sur les résultats des tests de signification statistique). Les hachures indiquent les zones où les tendances ne sont pas significatives. Les données observées (fourchette des valeurs de point de grille: -0,53 à 2,50 °C au cours de la période) sont tirées des figures RID.1 et 2.21 du GTII RE5. B) Projections de la moyenne multi-modèles (comparaison de modèles couplés – CMIP5) de l'évolution de la température moyenne annuelle pour les périodes 2046–2065 et 2081–2100 selon les scénarios RCP 2,6 et 8,5, par rapport à la période 1986–2005. Les couleurs pleines indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence très élevé, où le changement moyen multi-modèle est supérieur au double de la variabilité de référence (variabilité interne naturelle des moyennes sur 20 ans) et où 90 % ou plus des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les points blancs indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence élevé, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence et s'accordent sur le signe du changement. Les zones grises sont celles caractérisées par des changements divergents, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, mais où moins de 66 % des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les hachures indiquent les zones caractérisées par un changement faible ou nul, où moins de 66 % des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, bien que des changements significatifs puissent être enregistrés à des échelles de temps plus courtes telles que des saisons, des mois ou des jours. L'analyse utilise des données de modèle tirées de la figure RID.8, de l'encadré 12.1et de l'annexe I du GTI RE5. La fourchette des valeurs de point de grille pour la moyenne multi-modèles est de +0,19 à +4,08 °C pour le milieu du XXI^e siècle d'après le scénario RCP 2,6, de +0,06 à +3,85 °C pour la fin du XXI^e siècle d'après le scénario RCP 2,6, de +0,70 à +7,04 °C pour le milieu du XXI^e siècle d'après le scénario RCP 8,5, et de +1,38 à +11,71 °C pour la fin du XXI^e siècle d'après le scénario RCP 8,5.

CR

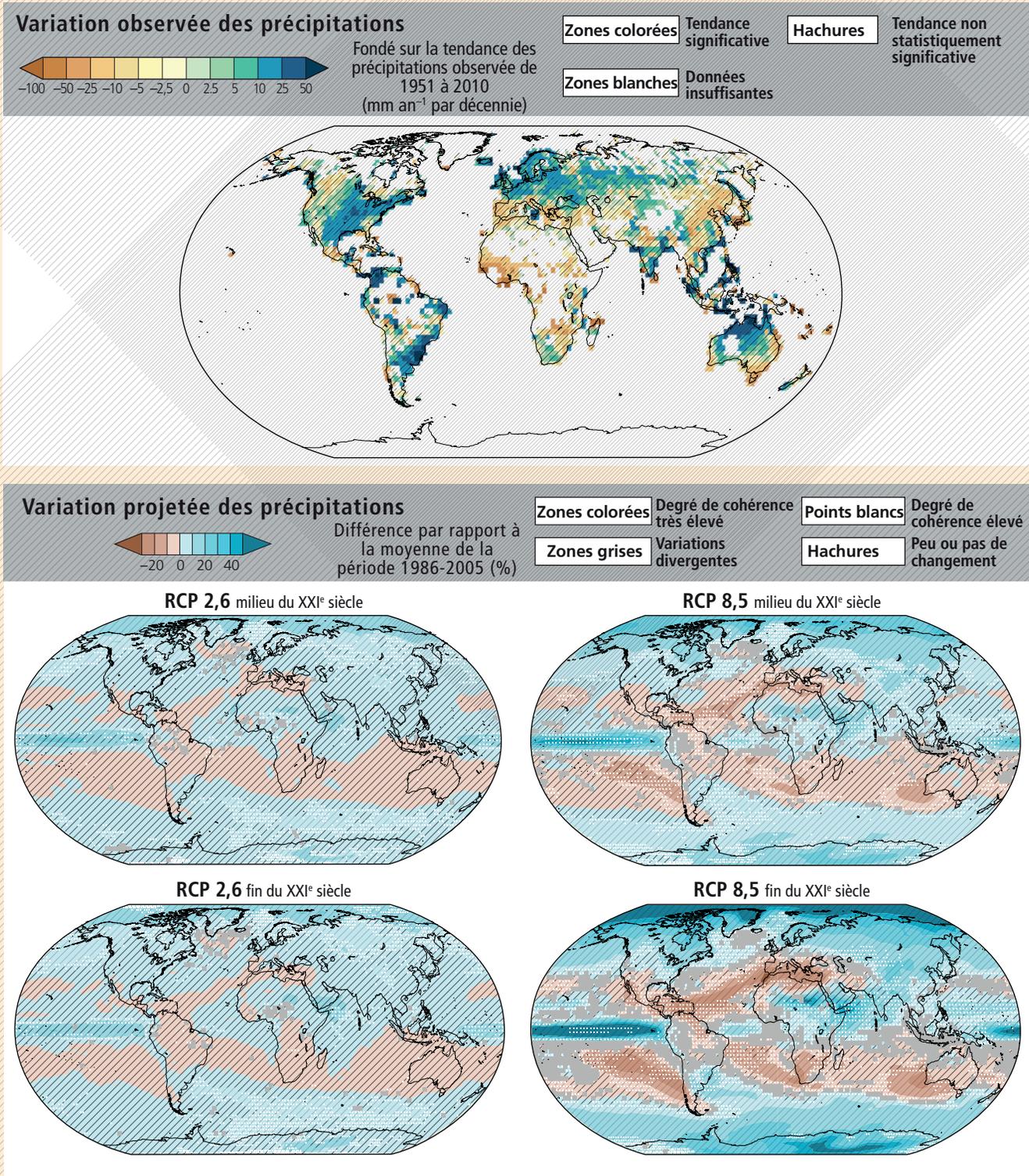


Figure CR-3 | Variations observées et projetées de la moyenne annuelle des précipitations. A) Carte des variations des précipitations moyennes annuelles observées entre 1951 et 2010, dérivées des tendances linéaires lorsque les données sont suffisantes pour établir une estimation robuste (c'est-à-dire, uniquement pour les mailles où plus de 70 % des relevés sont complets et où plus de 20 % des données sont disponibles dans les premier et dernier 10 % de la période temporelle); les autres zones sont laissées en blanc. Les couleurs pleines désignent les zones où les tendances sont significatives au seuil de 10 % (après avoir pris en compte les effets de l'autocorrélation sur les résultats des tests de signification statistique). Les hachures indiquent les zones où les tendances ne sont pas significatives. Les données observées (fourchette de valeurs de point de grille: -185 à +111 mm an⁻¹ par décennie) sont tirées des figures RID.2 et 2.29 du GTII RE5. B) Projections de la moyenne multi-modèles (comparaison de modèles couplés – CMIP5) de l'évolution des précipitations annuelles moyennes pour les périodes 2046–2065 et 2081–2100 selon les scénarios RCP 2,6 et 8,5, par rapport à la période 1986–2005. Les couleurs pleines indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence très élevé, où le changement moyen multi-modèle est supérieur au double de la variabilité de référence (variabilité interne naturelle des moyennes sur 20 ans) et où 90 % ou plus des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les points blancs indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence élevé, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence et s'accordent sur le signe du changement. Les zones grises sont celles caractérisées par des changements divergents, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, mais où moins de 66 % des modèles s'accordent sur le signe du changement. Les hachures indiquent les zones caractérisées par un changement faible ou nul, où moins de 66 % des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, bien que des changements significatifs puissent être enregistrés à des échelles de temps plus courtes telles que des saisons, des mois ou des jours. L'analyse utilise des données de modèle tirées de la figure RID.8, de l'encadré 12.1 et de l'annexe I du GTI RE5. La fourchette des valeurs de point de grille pour la moyenne multi-modèles est de -10 à +24 % pour le milieu du XXIᵉ siècle d'après le scénario RCP 2,6, de -9 à +22 % pour la fin du XXIᵉ siècle d'après le scénario RCP 2,6, de -19 à +57 % pour le milieu du XXIᵉ siècle d'après le scénario RCP 8,5, et de -34 à +112 % pour la fin du XXIᵉ siècle d'après le scénario RCP 8,5.

variabilité climatique interne (voir, par exemple, Tebaldi *et al.*, 2011); probabilité que les modèles s'accordent sur le signe du changement (voir, par exemple, Christensen *et al.*, 2007; et GIEC, 2012).

Les quatre classes de changements projetés sont désignées comme suit dans les cartes climatologiques régionales du GTII:

- 1) Les couleurs pleines indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence très élevé, où le changement moyen multi-modèle est supérieur au double de la variabilité de référence (variabilité interne naturelle des moyennes sur 20 ans) et où 90 % ou plus des modèles s'accordent sur le signe du changement. Ces critères (et les zones qui appartiennent à cette catégorie) sont identiques à la catégorie assortie du degré de confiance le plus élevé de l'encadré 12.1 du rapport du GTI. Cette catégorie remplace d'autres catégories utilisées dans les cartes climatologiques régionales du GTII.
- 2) Les points blancs indiquent les zones caractérisées par un degré de cohérence élevé, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence et s'accordent sur le signe du changement.
- 3) Les zones grises sont celles caractérisées par des changements divergents, où 66 % ou plus des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, mais où moins de 66 % des modèles s'accordent sur le signe du changement.
- 4) Les hachures indiquent les zones caractérisées par un changement faible ou nul, où moins de 66 % des modèles attestent d'un changement supérieur à la variabilité de référence, bien que des changements significatifs puissent être enregistrés à des échelles de temps plus courtes telles que des saisons, des mois ou des jours.

Bibliographie

- Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busiuc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr et P. Whetton, 2007: Projections climatologiques régionales. *Changements climatologiques 2007: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [sous la direction de Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor et H. L. Miller]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York, NY (États-Unis d'Amérique), pp. 847-940.
- GIEC, 2000: *Rapport spécial du GIEC – Scénarios d'émissions* [sous la direction de N. Nakicenovic et de R. Swart]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni), 570 p.
- GIEC, 2012: *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique* [sous la direction de Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor et P.M. Midgley]. Rapport spécial des Groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (États-Unis d'Amérique), 582 p.
- Knutti, R., R. Furrer, C. Tebaldi, J. Cermak et G.A. Meehl, 2010: Challenges in combining projections from multiple climate models. *Journal of Climate*, **23**(10), 2739-2758.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe et F.W. Zwiers, 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Publié en ligne: www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf.
- Meehl, G.A., C. Covey, K.E. Taylor, T. Delworth, R.J. Stouffer, M. Latif, B. McAvaney et J.F.B. Mitchell, 2007: The WCRP CMIP3 multimodel dataset – a new era in climate change research. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **88**(9), 1383-1394.
- Taylor, K.E., R.J. Stouffer et G.A. Meehl, 2012: An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **93**(4), 485-498.
- Tebaldi, C., J.M. Arblaster et Reto Knutti, 2011: Mapping model agreement on future climate projections. *Geophysical Research Letters*, **38**(23), L23701, doi:10.1029/2011GL049863.
- van Vuuren, D.P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G.C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J.-F. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S.J. Smith et S.K. Rose 2011: The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, **109**(1-2), 5-31.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Diffenbaugh, N.S., D.A. Stone, P. Thorne, F. Giorgi, B.C. Hewitson, R.G. Jones et G.J. van Oldenborgh, 2014: Encart thématique – Récapitulatif des données climatologiques régionales. In: *Changements climatologiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 147-151.

Incidences, sur les écosystèmes d'eau douce, de la modification du régime d'écoulement des cours d'eau consécutive au changement climatique

Petra Döll (Allemagne), Stuart E. Bunn (Australie)

Il est généralement reconnu que le régime d'écoulement est l'un des principaux facteurs déterminants de la structure et des fonctions des cours d'eau et des zones humides des plaines inondables qui leurs sont associées. Les changements qu'il subit sont donc considérés comme une menace grave et constante pesant sur les écosystèmes d'eau douce (Bunn et Arthington, 2002; Poff et Zimmerman, 2010; Poff *et al.*, 2010). La plupart des modèles de répartition des espèces ne prennent pas en compte les effets des changements du régime d'écoulement — variations de la fréquence, de l'ampleur, de la durée ou de la chronologie des principaux paramètres du débit — ou utilisent la mesure des précipitations en guise d'indicateur indirect du débit des cours d'eau (Heino *et al.*, 2009).

Il apparaît de plus en plus clairement que le changement climatique aura des répercussions sensibles sur des caractéristiques écologiques importantes des régimes hydrologiques des cours d'eau et des milieux humides, et aggravera les impacts de la consommation humaine d'eau dans les bassins hydrographiques aménagés (*degré de confiance moyen*; Xenopoulos *et al.*, 2005; Aldous *et al.*, 2011). D'ici les années 2050, le changement climatique devrait avoir sur les caractéristiques de l'écoulement des cours d'eau — par exemple, le débit moyen à long terme et ses variations saisonnières, et l'occurrence statistique des hautes eaux (mais pas celle des basses eaux) — des répercussions plus importantes que celles des barrages construits et des prélèvements d'eau effectués jusqu'aux environs de l'an 2000 (figure RE-1; Döll et Zhang, 2010). Selon un des scénarios d'émissions (scénario RSSE (Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émission) A2 de la version 3 du modèle de prévisions climatiques du Centre Hadley du Met Office (Service météorologique national du Royaume-Uni) (HadCM3), d'ici les années 2050, 15 % des terres émergées du globe pourraient subir une baisse de plus de 10 % du nombre d'espèces de poissons dans la portion amont de leurs bassins versants, alors que les prélèvements d'eau et la construction de barrages n'ont jusqu'à ce jour provoqué une telle baisse que sur 10 % seulement des terres émergées (Döll et Zhang, 2010). Le changement climatique pourrait exacerber les conséquences néfastes de la construction de barrages pour les écosystèmes d'eau douce, mais il pourrait en revanche offrir l'occasion d'exploiter barrages et centrales hydroélectriques à l'avantage des écosystèmes fluviaux. C'est ce qui pourrait se produire si le débit total augmentait et si, comme on l'a observé en Suède, le cycle hydrologique annuel s'accordait davantage avec l'évolution de la demande d'électricité, c'est-à-dire avec des crues printanières moins fortes et une augmentation du ruissellement en hiver (Renofalt *et al.*, 2010).

Comme les biotes sont souvent adaptés à un certain degré de variabilité du débit des cours d'eau, l'augmentation projetée de cette variabilité engendrée par des conditions climatiques plus variables aura *probablement* pour effet de favoriser le développement des espèces généralistes

ou envahissantes (Ficke *et al.*, 2007). Les habitats fluviaux relativement stables alimentés par des eaux souterraines dans les bassins dominés par la neige et les glaciers pourraient être perturbés par une réduction de l'apport en eau de fonte, et connaître des débits plus variables (et peut-être intermittents) (Hannah *et al.*, 2007). Le passage d'un régime d'écoulement intermittent à un régime constant — ou vice-versa — est considéré comme un changement à fort impact. Il est prévu que d'ici aux années 2050, des changements du régime d'écoulement des cours d'eau pourraient s'observer sur 5 à 7 % des terres émergées du globe, principalement dans les zones semi-arides (Döll et Müller Schmied, 2012; voir tableau 3-2 du chapitre 3).

En Afrique, le tiers des espèces de poissons et le cinquième des espèces de poissons endémiques se trouvent dans des écorégions qui pourraient subir un changement du débit des cours d'eau ou du ruissellement de plus de 40 % d'ici les années 2050 (Thieme *et al.*, 2010). Les écorégions africaines qui renferment plus de 80 % des espèces de poissons d'eau douce du continent et qui sont touchées par plusieurs phénomènes écologiques et évolutionnaires particuliers subiront *probablement* des conditions hydrologiques sensiblement différentes des conditions actuelles, et des changements à long terme du débit annuel moyen des cours d'eau ou du ruissellement de plus de 10 % sous l'effet du changement climatique et de l'utilisation de l'eau (Thieme *et al.*, 2010).

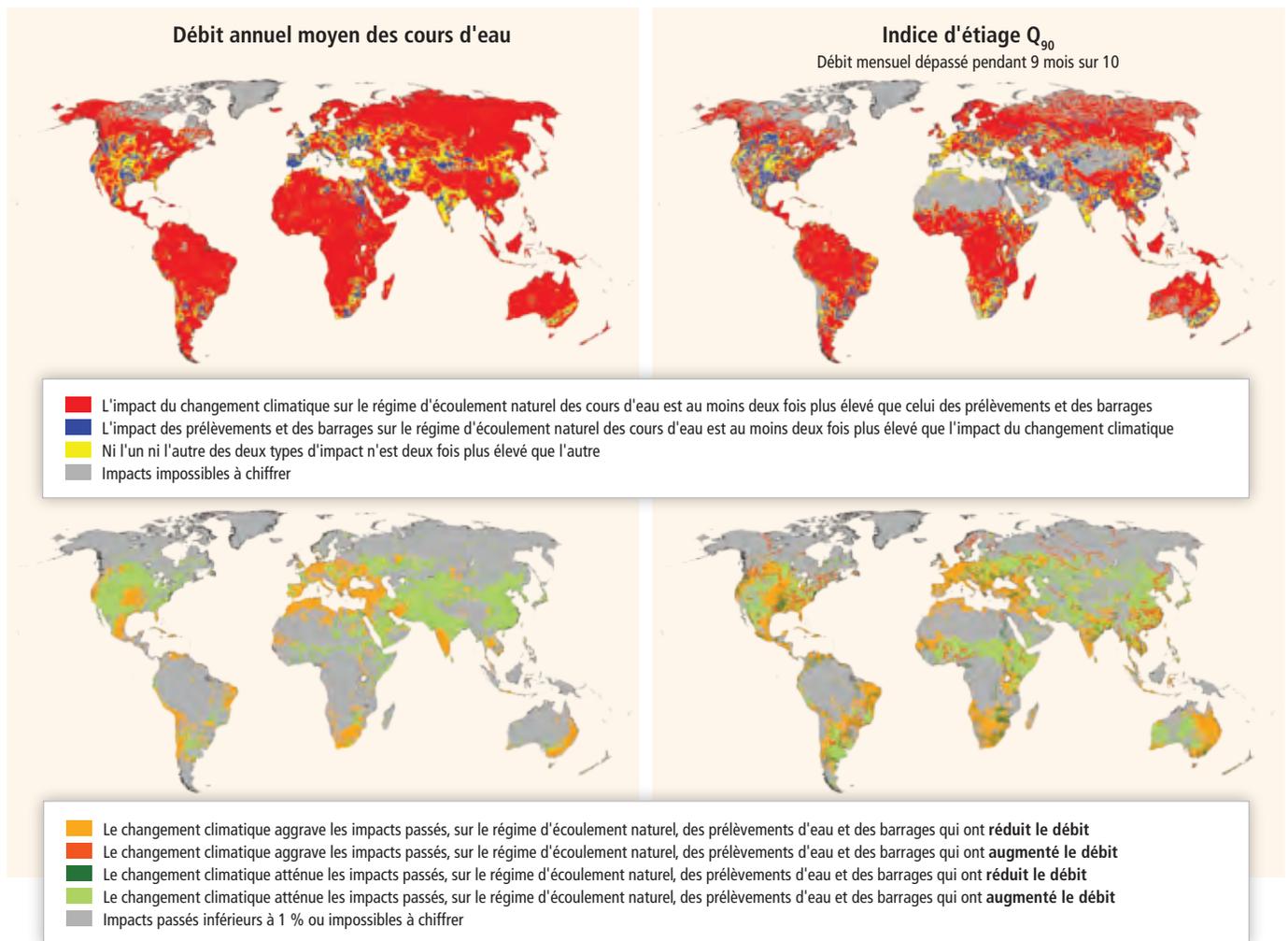


Figure RE-1 | Comparaison de l'impact du changement climatique et de l'impact des prélèvements d'eau et des barrages sur le régime d'écoulement naturel, mesurés par rapport à deux caractéristiques écologiquement pertinentes du régime d'écoulement (débit annuel moyen et indice d'étiage Q_{90}) à l'aide d'un modèle hydrologique global (Döll et Zhang, 2010). L'impact du changement climatique se mesure à l'aune du pourcentage de changement du débit entre 1961–1990 et 2041–2070 d'après le scénario d'émissions A2 de la version 3 du modèle de prévisions climatiques du Centre Hadley du Met Office (HadCM3). L'impact des prélèvements d'eau et des réservoirs est calculé en faisant tourner le modèle avec ou sans les prélèvements et les barrages qui existaient en 2002. Il convient de noter que cette carte ne rend pas compte des différences spatiales de l'ampleur du changement.

Sous l'effet d'une hausse des températures hivernales, les écosystèmes d'eau douce qui se trouvent dans des bassins versants où peuvent s'accumuler des quantités importantes de neige subissent les effets d'une augmentation du débit des cours d'eau en hiver, de crues printanières plus précoces et peut-être également d'une diminution des débits d'étiage en été (section 3.2.3). Une augmentation importante des hauts débits d'hiver pourrait conduire à un déclin de 20 à 40 % des populations de salmonidés dans le Nord-Ouest des États-Unis

d'Amérique d'ici les années 2050 (selon le modèle climatique retenu) à cause de l'affouillement du lit des cours d'eau pendant la période d'incubation des œufs, surtout dans les zones relativement vierges d'altitude élevée (Battin *et al.*, 2007). La diminution des débits d'étiage estivaux accentuera la concurrence autour des ressources en eau entre les écosystèmes et les utilisateurs d'eau d'irrigation (Stewart *et al.*, 2005). L'acquisition (achat ou location) de droits relatifs à l'eau et la modification des règles concernant les lâchers d'eau à partir des réservoirs constitueront des stratégies d'adaptation importantes (Palmer *et al.*, 2009).

Les observations et les modèles donnent à penser que les incidences du réchauffement planétaire sur les cours d'eau alimentés par les glaciers et par la neige se manifesteront en deux phases contrastées (Burkett *et al.*, 2005; Vuille *et al.*, 2008; Jacobsen *et al.*, 2012). Dans la première de ces phases, lorsque le débit des cours d'eau augmentera sous l'effet d'une accélération de la fonte, on pourra assister à une augmentation globale de la diversité et de l'abondance des espèces. Cependant, les changements de la température de l'eau et du débit des cours d'eau pourraient avoir des répercussions néfastes sur les espèces endémiques à aire de répartition restreinte (Jacobsen *et al.*, 2012). Dans la seconde phase, lorsque les champs de neige fondront précocement et que les glaciers auront reculé au point de réduire le débit des cours d'eau en fin d'été, on devrait observer de lourds impacts négatifs, la diversité des espèces subissant un rapide déclin une fois dépassé le seuil critique d'environ 50 % de couverture de glace (figure RE-2).

Le débit des cours d'eau influe également sur l'évolution de la température de l'eau en conditions de hausse de la température de l'air. Des hausses moyennes globales de 2, 4 et 6 °C de la température de l'air devraient ainsi conduire à des hausses estimées de la température moyenne annuelle de l'eau des cours d'eau de 1,3 °C, 2,6 °C et 3,8 °C respectivement (van Vliet *et al.*, 2011). On calcule que des réductions du débit de 20 et de 40 % devraient conduire à des hausses supplémentaires de la température de l'eau des cours d'eau de 0,3 et de 0,8 °C en moyenne (van Vliet *et al.*, 2011). Ainsi, lorsque les cours d'eau subiront des périodes de sécheresse plus fréquentes à l'avenir, les biotes qui dépendent de l'eau douce subiront, en plus des effets directs du changement du régime d'écoulement, les répercussions d'une hausse de la température de l'eau et de la baisse concomitante de la teneur de l'eau en oxygène ainsi que d'une hausse des concentrations de polluants.

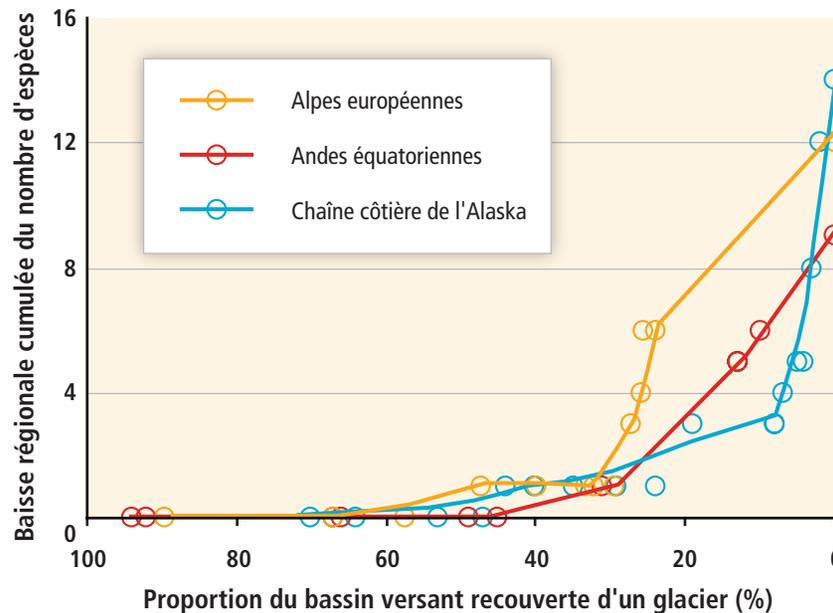


Figure RE-2 | Réduction cumulée de la diversité régionale des espèces (diversité gamma) de macroinvertébrés en fonction de la couverture de glace dans le bassin versant. Les espèces de macroinvertébrés inféodées aux écosystèmes fluviaux glaciaires commencent à disparaître des assemblages lorsque la proportion du bassin versant recouverte de glace tombe au-dessous de 50 % environ. On prévoit que 9 à 14 espèces disparaîtront avec la fonte complète des glaciers dans chaque région, soit une réduction de 11, 16 et 38 % respectivement de la diversité des espèces des trois régions étudiées en Équateur, en Europe et en Alaska. Les données sont tirées de plusieurs sites fluviaux des Andes équatoriennes et des Alpes suisses et italiennes, ainsi que d'une étude temporelle d'un cours d'eau de la chaîne côtière du sud-est de l'Alaska; elles couvrent une période de recul des glaciers de près de trois décennies. Chaque point de données représente un site fluvial (Europe ou Équateur) ou une date (Alaska); les lignes représentent la régression Lowess. (Adapté avec l'aimable autorisation de Jacobsen *et al.*, 2012.)

Bibliographie

- Aldous, A., J. Fitzsimons, B. Richter et L. Bach, 2011: Droughts, floods and freshwater ecosystems: evaluating climate change impacts and developing adaptation strategies. *Marine and Freshwater Research*, **62**(3), 223-231.
- Battin, J., M.W. Wiley, M.H. Ruckelshaus, R.N. Palmer, E. Korb, K.K. Bartz et H. Imaki, 2007: Projected impacts of climate change on salmon habitat restoration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104**(16), 6720-6725.
- Bunn, S.E. et A.H. Arthington, 2002: Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, **30**(4), 492-507.
- Burkett, V., D. Wilcox, R. Stottlemeyer, W. Barrow, D. Fagre, J. Baron, J. Price, J. Nielsen, C. Allen, D. Peterson, G. Ruggerone et T. Doyle, 2005: Nonlinear dynamics in ecosystem response to climatic change: case studies and policy implications. *Ecological Complexity*, **2**(4), 357-394.
- Döll, P. et H. Müller Schmied, 2012: How is the impact of climate change on river flow regimes related to the impact on mean annual runoff? A global-scale analysis. *Environmental Research Letters*, **7**(1), 014037, doi:10.1088/1748-9326/7/1/014037.
- Döll, P. et J. Zhang, 2010: Impact of climate change on freshwater ecosystems: a global-scale analysis of ecologically relevant river flow alterations. *Hydrology and Earth System Sciences*, **14**(5), 783-799.
- Ficke, A.D., C.A. Myrick et L.J. Hansen, 2007: Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **17**(4), 581-613.
- Hannah, D.M., L.E. Brown, A.M. Milner, A.M. Gurnell, G.R. McGregord, G.E. Petts, B.P.G. Smith et D.L. Snook, 2007: Integrating climate-hydrology-ecology for alpine river systems. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **17**(6), 636-656.
- Heino, J., R. Virkalla et H. Toivonen, 2009: Climate change and freshwater biodiversity: detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews*, **84**(1), 39-54.
- Jacobsen, D., A.M. Milner, L.E. Brown et O. Dangles, 2012: Biodiversity under threat in glacier-fed river systems. *Nature Climate Change*, **2**(5), 361-364.
- Palmer, M.A., D.P. Lettenmaier, N.L. Poff, S.L. Postel, B. Richter et R. Warner, 2009: Climate change and river ecosystems: protection and adaptation options. *Environmental Management*, **44**(6), 1053-1068.
- Poff, N.L. et J.K.H. Zimmerman, 2010: Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology*, **55**(1), 194-205.
- Poff, N.L., B.D. Richter, A.H. Arthington, S.E. Bunn, R.J. Naiman, E. Kendy, M. Acreman, C. Apse, B.P. Bledsoe, M.C. Freeman, J. Henriksen, R.B. Jacobson, J.G. Kennen, D.M. Merritt, J.H. O'Keefe, J.D. Olden, K. Rogers, R.E. Tharme et A. Warner, 2010: The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology*, **55**(1), 147-170.
- Renofalt, B.M., R. Jansson et C. Nilsson, 2010: Effects of hydropower generation and opportunities for environmental flow management in Swedish riverine ecosystems. *Freshwater Biology*, **55**(1), 49-67.
- Stewart, I., D. Cayan et M. Dettinger, 2005: Changes toward earlier streamflow timing across western North America. *Journal of Climate*, **18**(8), 1136-1155.
- Thieme, M.L., B. Lehner, R. Abell et J. Matthews, 2010: Exposure of Africa's freshwater biodiversity to a changing climate. *Conservation Letters*, **3**(5), 324-331.
- van Vliet, M.T.H., F. Ludwig, J.J.G. Zwolsman, G.P. Weedon et P. Kabat, 2011: Global river temperatures and sensitivity to atmospheric warming and changes in river flow. *Water Resources Research*, **47**(2), W02544, doi:10.1029/2010WR009198.
- Vuille, M., B. Francou, P. Wagnon, I. Juen, G. Kaser, B.G. Mark et R.S. Bradley, 2008: Climate change and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth-Science Reviews*, **89**(3-4), 79-96.
- Xenopoulos, M., D. Lodge, J. Alcamo, M. Marker, K. Schulze et D. Van Vuuren, 2005: Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, **11**(10), 1557-1564.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Döll, P. et S.E. Bunn, 2014: Encart thématique – Incidences, sur les écosystèmes d'eau douce, de la modification du régime d'écoulement des cours d'eau consécutive au changement climatique. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 153-156.

Tirer les enseignements des cyclones tropicaux passés pour renforcer la résilience à long terme

Yoshiki Saito (Japon), Kathleen McInnes (Australie)

Les cyclones tropicaux, aussi appelés ouragans ou typhons dans certaines régions, engendrent des vents puissants, des pluies torrentielles, et des vagues et des ondes de tempête extrêmes qui peuvent avoir de graves répercussions sur les sociétés et les écosystèmes. C'est au Bangladesh et en Inde qu'on recense le plus grand nombre de décès causés par les cyclones tropicaux (86 %) (Murray *et al.*, 2012); ils surviennent principalement lors des tempêtes les plus puissantes, plus rares (catégories 3, 4 et 5 sur l'échelle Saffir–Simpson).

Environ 90 cyclones tropicaux se forment chaque année dans le monde (Seneviratne *et al.*, 2012), mais leur nombre varie largement d'une année à l'autre. L'évolution des techniques d'observation — notamment après la mise en place des systèmes d'observation par satellite à la fin des années 1970 — est venue brouiller les prévisions concernant l'évolution de l'intensité et de la fréquence des cyclones, ce qui a conduit à attribuer un *degré de confiance faible* à la robustesse des conclusions formulées concernant toute augmentation observée à long terme (40 ans ou plus) de l'activité cyclonique dans les zones tropicales (Seneviratne *et al.*, 2012; chapitre 2). La détection et l'attribution de tendances à l'échelle centenaire pour ce qui est de l'activité cyclonique sont également assorties d'un *degré de confiance faible*. L'évolution future de l'activité cyclonique sous les tropiques consécutive au changement climatique variera *probablement* d'une région à l'autre. On estime en effet, avec un *degré de confiance moyen*, que le forçage provoqué à plus court terme par les aérosols d'origine naturelle et anthropique a eu un effet mesurable sur les cyclones tropicaux dans certaines régions. Il est *probable* que la fréquence des cyclones tropicaux diminuera ou restera la même au cours du XXI^e siècle, et que leur intensité (vitesse maximale du vent et intensité des précipitations) augmentera (GTI RE5, section 14.6). Les projections établies à l'échelle régionale sont assorties d'un *degré de confiance plus faible* (voir GTI RE5, encadré 14.2).

Les incidences des cyclones tropicaux à plus long terme comprennent la salinisation des sols et des sources d'eau douce près des côtes, et les problèmes de sécurité alimentaire et d'approvisionnement en eau qui découlent des marées de tempêtes et des vagues puissantes engendrées par ces cyclones (Terry et Chui, 2012). Cependant, les mesures de préparation aux cyclones tropicaux qui passent par un renforcement de la gouvernance et du développement visant à en atténuer les incidences constituent un moyen utile de renforcer la résilience face aux changements à plus long terme engendrés par le changement climatique.

Les deltas d'Asie sont particulièrement vulnérables aux cyclones tropicaux parce qu'ils renferment des zones urbaines densément peuplées et en expansion (Nicholls *et al.*, 2007). Depuis 1970, les cyclones extrêmes — par exemple, Bhola en 1970, Gorky en 1991, Thelma en 1998, Gujarat en 1998, Orissa en 1999, Sidr en 2007 et Nargis en 2008 — ont fait plus d'un demi-million de victimes en Asie (Murray *et al.*, 2012). Le cyclone tropical Nargis, qui a frappé le Myanmar le 2 mai 2008, a tué plus de 138 000 personnes. Des ondes de tempête de plusieurs mètres ont inondé les zones côtières densément peuplées du delta de l'Irrawaddy et des régions avoisinantes (Revenga *et al.*, 2003; Brakenridge *et al.*, 2013). La NASA a capté le 5 mai 2008, à l'aide du spectromètre imageur à moyenne résolution (MODIS), une image de la zone inondée (voir figure CT-1).

Incertitude des tendances associées aux grands écosystèmes de remontée d'eau

Salvador E. Lluch-Cota (Mexique), Ove Hoegh-Guldberg (Australie), David Karl (États-Unis d'Amérique), Hans O. Pörtner (Allemagne), Svein Sundby (Norvège), Jean-Pierre Gattuso (France)

La remontée d'eau est un phénomène par lequel des eaux froides, denses, riches en éléments nutritifs, au pH relativement faible et souvent pauvres en oxygène, remontent verticalement des profondeurs vers la zone euphotique, où la lumière est abondante. Ces conditions favorisent une forte production primaire et le développement d'une biomasse élevée d'organismes benthiques et pélagiques. La tension du vent et l'interaction des courants océaniques et de la topographie des fonds marins comptent parmi les moteurs des remontées d'eau profonde. L'intensité des remontées d'eau dépend aussi de la stratification de la colonne d'eau. Les principaux systèmes planétaires de remontée d'eau — les systèmes équatoriaux (EUS; Section 30.5.2, Figure 30.1A) et ceux qui bordent les façades ouest des grands continents (EBUE; section 30.5.5, figure 30.1A), ne représentent que 10 % de la surface des océans, mais engendrent près du quart de la production mondiale de poissons (figure 30.1B, tableau SM30-1).

Les écosystèmes marins associés aux remontées d'eau profonde sont soumis aux effets d'un éventail de mécanismes trophiques, le transport des nutriments des profondeurs de l'océan vers la surface et les concentrations de chlorophylle indiquant d'importants couplages saisonniers et interannuels, ainsi qu'une grande variabilité. Ces phénomènes influent à leur tour sur le transfert trophique le long de la chaîne alimentaire, et donc sur le zooplancton, les poissons, les oiseaux de mer et les mammifères marins.

On a beaucoup spéculé sur l'incidence que pourraient exercer le réchauffement et l'acidification des océans sur les remontées d'eau profonde. À l'échelle planétaire, le réchauffement des eaux à la surface des océans a provoqué une augmentation de la stratification de 4 % (GTI, sections 3.2, 3.3 et 3.8), et il faut donc désormais plus d'énergie éolienne pour transporter vers la surface les eaux froides des profondeurs de l'océan. Comme les tendances concernant les variations de la vitesse du vent restent marquées par l'incertitude, on ignore toujours dans quelle mesure la tension du vent peut compenser les effets d'une stratification accrue (GTI, section 3.4.4). Sous les tropiques, où on faisait état depuis plusieurs décennies d'une baisse de l'intensité des alizés, des données récentes donnent au contraire à penser qu'ils souffleraient plus fort depuis la fin des années

1990 (GTI, section 3.4.4). Les observations et les travaux de modélisation laissent en fait constater des tendances divergentes des remontées d'eau côtières aux frontières occidentales du Pacifique et de l'Atlantique. Bakun (1990) a suggéré que la différence observée des taux de réchauffement entre les terres émergées et les océans provoquerait une augmentation du gradient de pression qui engendrerait à son tour une augmentation de l'intensité des vents soufflant le long des côtes, l'intensification du transport des eaux de surface au large, ainsi que la remontée d'eaux froides riches en nutriments sous l'effet du pompage d'Ekman (figure ET-ER.1). Certaines données régionales soutiennent cette hypothèse, et d'autres non. Les tendances affichées par le réchauffement et le refroidissement sont caractérisées par de larges variations au cours des dernières décennies, tant au sein des systèmes que d'un système à l'autre, ce qui complique la prévision des variations de l'intensité de l'ensemble des systèmes de remontée d'eau des façades ouest des continents (section 30.5.5).

Il est important de déterminer si l'effet des remontées d'eau et du changement climatique sur les biotes marins sera additif, synergique ou antagoniste, pour pouvoir prédire de quelle manière les biens et services écologiques fournis aux sociétés humaines évolueront. Bien que les systèmes de remontée d'eau risquent de se montrer moins vulnérables aux incidences du changement climatique que d'autres écosystèmes marins étant donné qu'ils évoluent déjà dans des conditions extrêmement variables (Capone et Hutchins, 2013), les changements qu'ils pourraient subir auront d'énormes conséquences puisqu'ils sont à l'origine d'une part importante de la productivité primaire des océans et des stocks de poissons (figure 30.1 A, B; tableau SM30-1). Une augmentation de l'intensité des remontées d'eau augmenterait les rendements des pêcheries. Cependant, le transport de la matière organique de la surface au fond des océans risque de stimuler sa décomposition par les micro-organismes et d'aggraver ainsi l'appauvrissement en oxygène et l'enrichissement en CO₂ des couches d'eau plus profondes. Dans de telles conditions, la remontée d'eau profonde exposerait les communautés benthiques et pélagiques côtières à une eau acidifiée et désoxygénée dont les effets, combinés aux incidences anthropiques, seraient néfastes pour les biotes et les écosystèmes marins des couches supérieures de l'océan (*degré de confiance élevé*; sections 6.3.2, 6.3.3, 30.3.2.2 et 30.3.2.3). Une hypoxie extrême pourrait conduire à des taux de mortalité anormalement élevés des poissons et des invertébrés (Keller *et al.*, 2010), réduire les stocks de poissons et nuire au rendement de l'aquaculture dans les régions côtières (Barton *et al.*, 2012; voir également les sections 5.4.3.3, 6.3.3, 6.4.1, 30.5.1.1.2 et 30.5.5.1.3). Les perturbations des remontées d'eau profonde coïncident également avec une hausse apparente de la fréquence des éruptions sous-marines de méthane et de sulfure d'hydrogène résultant d'une production accrue de phytoplancton dont la biomasse s'accumule au fond des océans, dans des conditions hypoxiques ou anoxiques. On a attribué à cette combinaison de facteurs des cas observés de mortalité élevée de poissons et d'invertébrés côtiers (Bakun et Weeks, 2004; Bakun *et al.*, 2010) qui ont entraîné une baisse sensible de la productivité de certaines pêcheries comme celle du merlu du Cap (*Merluccius capensis*), la plus importante en Namibie (Hamukuaya *et al.*, 1998).

Une réduction des remontées d'eau réduirait également la productivité de certaines pêcheries importantes comme celles de la sardine, de l'anchois et du maquereau, ce qui aurait de graves conséquences pour les économies de plusieurs pays (section 6.4.1, chapitre 7, figure 30.1A, B, tableau S30.1). Cependant, compte tenu des scénarios prévoyant une réduction du transport des nutriments vers les couches supérieures à cause d'une stratification de la colonne d'eau en haute mer, le phénomène de remontée des nutriments et des oligoéléments risque de jouer un rôle de plus en plus important dans le maintien de la concentration de ces éléments dans les couches supérieures des océans. On a donné à penser que les zones de remontée d'eau profonde pourraient également accroître la teneur en nutriments et la productivité dans des conditions de stratification accrue de la colonne d'eau, et que les eaux remontées à la surface, partiellement dénitrifiées et contenant un excédent de phosphates, pourraient favoriser les micro-organismes fixateurs d'azote au détriment des autres micro-organismes (Deutsch *et al.*, 2007; Deutsch et Weber, 2012). Cependant, les résultats des mesures de la fixation de l'azote effectuées dans ces régions n'ont pas corroboré ces prévisions (Fernandez *et al.*, 2011; Franz *et al.*, 2012). Le rôle de ce processus dans la production primaire globale doit encore être validé (*degré de confiance faible*).

Il convient donc, en premier lieu, de déterminer si on assistera ou non à une intensification des remontées d'eau profonde et, dans l'affirmative, si les répercussions de ce phénomène sur les concentrations d'oxygène et de gaz carbonique l'emporteront sur les avantages qu'il procure en matière de production primaire et de rendement des pêches et de l'aquaculture (*degré de confiance faible*). Quoiqu'il en soit, au contact des concentrations croissantes de CO₂ atmosphérique, les eaux remontées du fond risquent de devenir plus acides (un effet dépendant de la pression partielle du CO₂), ce qui pourrait conduire à une aggravation des impacts sur les biotes des EBUE.

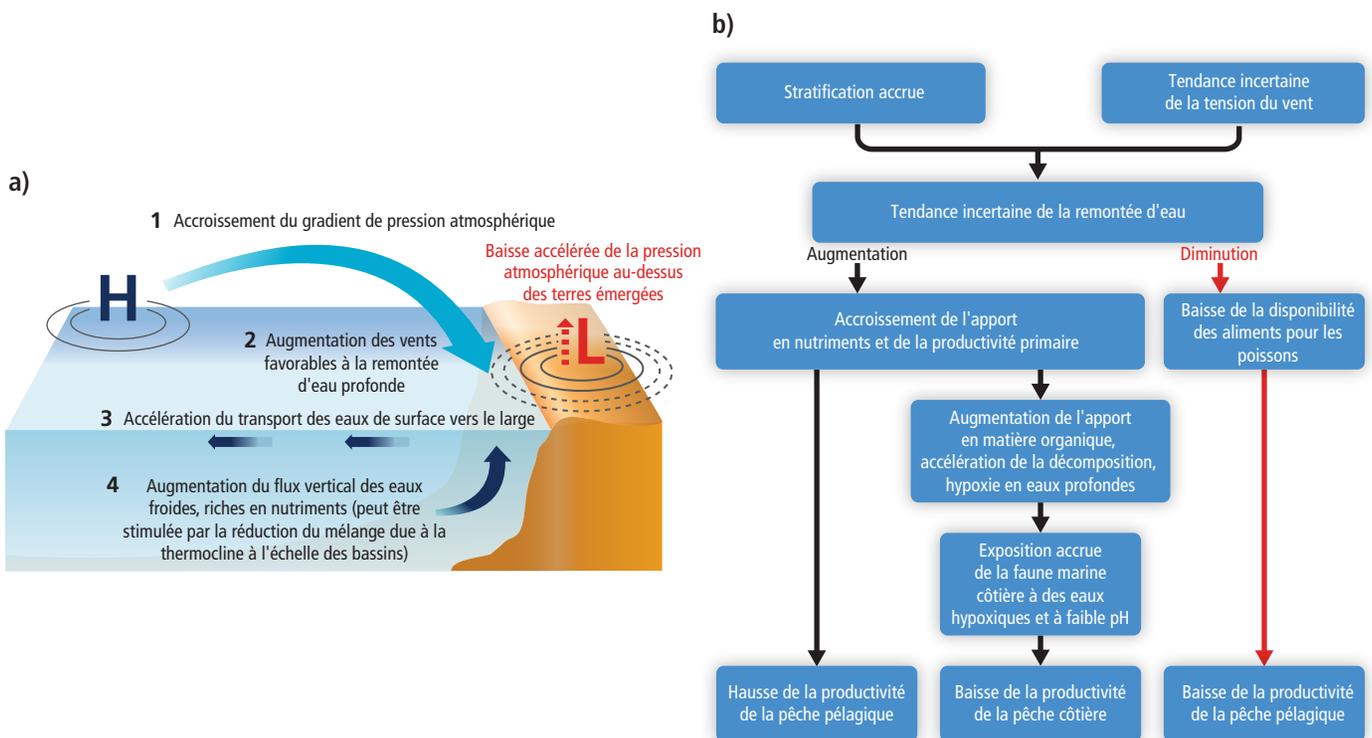


Figure ER-1 | a) Mécanisme hypothétique de l'augmentation de la remontée d'eau profonde provoquée par les vents côtiers dans les systèmes équatoriaux et ceux qui bordent les façades ouest des grands continents (EUS, EBUE, figure 30-1). Le gradient de pression atmosphérique 1) engendré par le réchauffement différent du sol et de l'eau renforce les vents qui soufflent le long des côtes 2) et favorise le transport des eaux de surface vers le large 3). La subduction de ces eaux provoque la remontée des eaux profondes froides 4) riches en nutriments sous l'effet du pompage d'Ekman. b) Conséquences possibles du changement climatique sur les systèmes de remontée d'eau. Une stratification accrue et l'incertitude entourant l'évolution des tendances de la tension du vent rend incertaines les tendances de la remontée d'eau profonde. Une augmentation de la remontée d'eau pourrait entraîner un apport plus grand en nutriments dans la zone euphotique et stimuler la production primaire, qui pourrait à son tour accroître le volume des prises de la pêche pélagique. On pourrait en revanche assister à une baisse du rendement des pêches côtières due à l'exposition de la faune marine côtière à des eaux hypoxiques et à pH plus faible. Une diminution de la remontée d'eau pourrait pour sa part entraîner une baisse de la production primaire dans ces systèmes, et avoir une incidence négative directe sur la productivité de la pêche pélagique.

Bibliographie

- Bakun, A., 1990: Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science*, **247**(4939), 198-201.
- Bakun, A. et S.J. Weeks, 2004: Greenhouse gas buildup, sardines, submarine eruptions and the possibility of abrupt degradation of intense marine upwelling ecosystems. *Ecology Letters*, **7**(11), 1015-1023.
- Bakun, A., D. B. Field, A. N. A. Redondo-Rodriguez et S. J. Weeks, 2010: Greenhouse gas, upwelling-favorable winds, and the future of coastal ocean upwelling ecosystems. *Global Change Biology* **16**:1213-1228.
- Barton, A., B. Hales, G.G. Waldbusser, C. Langdon et R.A. Feely, 2012: The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, shows negative correlation to naturally elevated carbon dioxide levels: implications for near-term ocean acidification effects. *Limnology and Oceanography*, **57**(3), 698-710.
- Capone, D.G. et D.A. Hutchins, 2013: Microbial biogeochemistry of coastal upwelling regimes in a changing ocean. *Nature Geoscience*, **6**(9) 711-717.
- Deutsch, C. et T. Weber, 2012: Nutrient ratios as a tracer and driver of ocean biogeochemistry. *Annual Review of Marine Science*, **4**, 113-141.
- Deutsch, C., J.L. Sarmiento, D.M. Sigman, N. Gruber et J.P. Dunne, 2007: Spatial coupling of nitrogen inputs and losses in the ocean. *Nature*, **445**(7124), 163-167.
- Fernandez, C., L. Fariás et O. Ulloa, 2011: Nitrogen fixation in denitrified marine waters. *PLoS ONE*, **6**(6), e20539, doi:10.1371/journal.pone.0020539.
- Franz, J., G. Krahnemann, G. Lavik, P. Grasse, T. Dittmar et U. Riebesell, 2012: Dynamics and stoichiometry of nutrients and phytoplankton in waters influenced by the oxygen minimum zone in the eastern tropical Pacific. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **62**, 20-31.
- Hamukuaya, H., M.J. O'Toole et P.M.J. Woodhead, 1998: Observations of severe hypoxia and offshore displacement of Cape hake over the Namibian shelf in 1994. *South African Journal of Marine Science*, **19**(1), 57-59.
- Keller, A.A., V. Simon, F. Chan, W.W. Wakefield, M.E. Clarke, J.A. Barth, D. Kamikawa et E.L. Fruh, 2010: Demersal fish and invertebrate biomass in relation to an offshore hypoxic zone along the US West Coast. *Fisheries Oceanography*, **19**, 76-87.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Luch-Cota, S.E., O. Hoegh-Guldberg, D. Karl, H.-O. Pörtner, S. Sundby et J.-P. Gattuso, 2014: Encart thématique – Incertitude des tendances associées aux grands écosystèmes de remontée d'eau. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 159-161.

Interactions entre les zones urbaines et rurales – Incidences des changements climatiques, vulnérabilité et adaptation

John Morton (Royaume-Uni), William Solecki (États-Unis d'Amérique), Purnamita Dasgupta (Inde), David Dodman (Jamaïque), Marta G. Rivera-Ferre (Espagne)

Les zones rurales et urbaines entretiennent depuis toujours des liens étroits d'interdépendance, mais ces liens ont commencé à prendre de nouvelles formes au cours des récentes décennies. Les frontières qui séparent la campagne de la ville ont tendance à s'estomper, et on observe à ces endroits de nouveaux types d'utilisations des terres et d'activités économiques. Cette évolution a des répercussions importantes sur notre manière d'appréhender les incidences des changements climatiques ainsi que la vulnérabilité et les possibilités d'adaptation à ces changements. Nous examinons dans le présent encart trois des conséquences importantes des nouvelles interactions entre les zones rurales et urbaines:

- 1) Répercussions en zones urbaines des phénomènes climatiques extrêmes frappant les zones rurales — En raison de l'échange de ressources et des migrations, les phénomènes climatiques extrêmes et leurs répercussions sur l'approvisionnement en eau, les capacités de production agricole et l'habitabilité des zones rurales auront une incidence sur les villes.
- 2) Phénomènes propres à l'interface zones rurales–zones urbaines — Compte tenu du degré élevé d'intégration de l'interface zones rurales–zones urbaines et de l'importance primordiale qu'on attache à la satisfaction des besoins ruraux et urbains, ce type de milieu se caractérise par des impacts, des vulnérabilités et des occasions d'adaptation qui lui sont propres, notamment: réduction de la production agricole, marginalisation économique due à un statut ambigu — ni entièrement rural, ni entièrement urbain —, et stress exercé sur la santé humaine.
- 3) Perturbation des services dans un contexte d'infrastructures intégrées — Comme les besoins des zones urbaines l'emportent souvent sur ceux des zones rurales, l'interdépendance des systèmes de ressources ruraux et urbains fait en sorte qu'en cas de conditions de stress climatique, les zones rurales souffriront davantage des pénuries de ressources et de la perturbation des services. Ainsi, dans des conditions de pénuries de ressources liées au risque climatique (sécheresses, etc.), les impératifs politiques, sociaux et économiques auront pour effet que les besoins des villes seront satisfaits d'abord, au détriment des zones et des établissements ruraux relativement marginaux.

Les zones urbaines ont de tout temps été dépendantes des territoires ruraux environnants pour la plupart de leurs ressources essentielles, y compris l'eau, les aliments et l'énergie. Bien que dans de nombreux cas, les liens établis entre les agglomérations urbaines et les zones rurales environnantes persistent toujours, des chaînes d'approvisionnement à grande échelle fonctionnant sur de longues distances ont aujourd'hui été établies — notamment en ce qui a trait aux ressources énergétiques et aux approvisionnements alimentaires (Güneralp *et al.*, 2013). Les perturbations dues aux phénomènes extrêmes qui surviennent dans les régions productrices

de ressources éloignées des grands centres ou qui frappent la chaîne d'approvisionnement et les infrastructures dont elle dépend peuvent affecter les zones urbaines qui dépendent de ces ressources (Wilbanks *et al.*, 2012). Pendant l'été 2012, par exemple, un épisode prolongé de sécheresse dans le centre des États-Unis d'Amérique a conduit à une baisse importante du niveau d'eau du Mississippi qui a provoqué des interruptions du trafic des barges et des retards dans la livraison des produits vers les grandes villes du pays. L'approvisionnement en eau des villes est lui aussi vulnérable aux sécheresses qui surviennent dans les zones principalement rurales. Au Zimbabwe, les épisodes de sécheresse qui frappent les zones rurales ont conduit au cours des dernières décennies à des pénuries périodiques d'eau dans la ville de Bulawayo (Mkandla *et al.*, 2005).

Le sort des zones rurales et urbaines est également lié par le phénomène des migrations des zones rurales vers les zones urbaines. Il est arrivé, dans certaines régions d'Afrique par exemple, que le changement climatique et ses répercussions déterminent les migrations et les modèles d'urbanisation (Morton, 1989; Barrios *et al.*, 2006). Cependant, comme l'ont reconnu Black *et al.* (2011), la vie dans les régions rurales du monde s'articule d'ordinaire autour de flux migratoires complexes des zones rurales vers les zones urbaines et entre zones rurales, qui évoluent au gré de facteurs économiques, politiques, sociaux et démographiques non seulement définis par les phénomènes et tendances climatiques, mais également modifiés ou exacerbés par ces derniers.

On a constaté à l'échelle mondiale une amalgamation croissante des qualités urbaines et rurales. Simon *et al.* (2006, p. 4) considèrent que la dichotomie entre la campagne et la ville s'est depuis longtemps largement estompée en pratique dans l'esprit des décideurs de nombreux pays du Sud. L'application du concept des « zones périurbaines » constitue un des moyens de prendre acte de cette évolution (Simon *et al.*, 2006; Simon, 2008). Ces zones peuvent être assimilées à des lieux ruraux qui ont adopté un caractère plus urbain (Webster, 2002, p. 5) — c'est-à-dire, des sites d'aspect largement rural où les ménages s'adonnent à un éventail plus large d'activités génératrices de revenus (Lerner et Eakin, 2010, p. 1), ou des sites où les utilisations rurales et urbaines des terres coexistent, dans des unités fragmentées ou contiguës (Bowyer-Bower, 2006). Les habitants qui vivent au cœur des centres urbains se sont par ailleurs tournés de plus en plus vers la production d'aliments de base et de cultures de plus grande valeur ou l'élevage (Bryld, 2003; Devendra *et al.*, 2005; Lerner et Eakin, 2010; Lerner *et al.*, 2013). Bryld (2003) met ce phénomène sur le compte de la migration des zones rurales vers les zones urbaines et d'ajustements structurels (par exemple, levée des contrôles du prix des aliments et suppression des subventions alimentaires). Lerner et Eakin (2011; voir également Lerner *et al.*, 2013) se sont penchés sur les raisons qui poussent les gens à produire des aliments en milieux urbains malgré les coûts d'opportunité élevés de la terre et de la main-d'œuvre: atténuation des risques posés par un marché du travail urbain incertain; réaction à la demande des consommateurs; satisfaction de besoins culturels.

Les zones qui se trouvent à l'interface entre les zones rurales et les zones urbaines et les conditions de vie de leurs habitants se caractérisent par une vulnérabilité particulière à divers types de catastrophes, y compris celles liées au changement climatique. Cette vulnérabilité tient à une combinaison de facteurs propres à la vie urbaine — populations concentrées et dépendantes des infrastructures, dont la diversité culturelle affaiblit les réseaux d'entraide — et de facteurs propres à la vie rurale — distance, isolement et invisibilité politique (Pelling et Mustafa, 2010). Une connectivité accrue risque par ailleurs d'encourager l'expropriation des terres aux fins du développement de zones commerciales (Pelling et Mustafa, 2010). La confrontation des points de vue ruraux et urbains peut aussi donner lieu à des conflits entre les groupes sociaux, les groupes d'intérêt et les activités économiques, et accroître la vulnérabilité de ces zones (Masuda et Garvin, 2008; Solona-Solona 2010; Darly et Torre, 2013).

Les zones périurbaines sont par ailleurs particulièrement vulnérables du fait des carences laissées par la reconstitution de leurs structures institutionnelles (laquinta et Drescher, 2000). Le déclin rapide des institutions informelles traditionnelles et des formes d'action collective, et leur remplacement imparfait par des institutions officielles de l'État ou du marché risquent aussi d'accroître la vulnérabilité (Pelling et Mustafa, 2010).

Les zones périurbaines et les conditions de vie de leurs habitants sont loin des préoccupations des décideurs tant locaux que nationaux, ce qui risque de nuire à la qualité des services offerts dans ces zones et à la pertinence et à la coordination des politiques qui y sont appliquées. En Tanzanie et au Malawi par exemple, les politiques nationales de vulgarisation agricole conçues pour les groupes d'agriculteurs ne profitent pas aux agriculteurs périurbains (Liwenga *et al.*, 2012). Dans les zones périurbaines de Mexico (Eakin *et al.*, 2013), la gestion des risques importants d'inondation est confiée *de facto* à des services de gestion de l'agriculture et de l'approvisionnement en eau en raison du manque de moyens des municipalités périurbaines, en dépit du fait que l'étalement urbain compte clairement parmi les principaux facteurs de risque d'inondation. Dans les pays développés, les besoins particuliers des banlieues et des régions exurbaines sont souvent ignorés par les décideurs qui portent traditionnellement leur attention sur le développement rural et la production agricole, ou la croissance urbaine et le renforcement des services offerts dans les villes (Hanlon *et al.*, 2010). Le rôle écologique de l'agriculture urbaine — en particulier pour la protection contre les inondations — est appelé à prendre de l'importance dans le contexte du changement climatique (Aubry *et al.*, 2012).

Cependant, du fait de la diversité des moyens d'existence de leurs habitants, les zones périurbaines et, d'une manière plus générale, les lieux situés à l'interface entre zones rurales et zones urbaines, présentent des caractéristiques propres à accroître leur résilience aux chocs climatiques (Pelling et Mustafa, 2010). Une connectivité accrue des réseaux de transport peut y réduire les risques de catastrophe en offrant

un plus large éventail de moyens d'existence et en améliorant l'accès à l'éducation. Le développement du marché du travail et la création d'emplois salariés dans ces zones peut renforcer la capacité d'adaptation en multipliant les moyens d'existence (Pelling et Mustafa, 2010). Le maintien d'un mélange de moyens d'existence agricoles et non agricoles assure également un meilleur étalement du risque (Lerner *et al.*, 2013).

Dans les pays à revenus élevés, le recours à des pratiques qui améliorent les écoservices et l'agriculture localisée, d'ordinaire associées davantage aux zones faiblement peuplées, a été encouragé. Dans beaucoup de cas, ces pratiques mettent de plus en plus l'accent sur l'adaptation au changement climatique et l'atténuation des effets de phénomènes climatiques extrêmes — par exemple, vagues de chaleur et effet d'îlot de chaleur en milieu urbain — ou sur la remise en état des milieux humides visant à limiter les dommages causés par les ondes de tempête (Verburg *et al.*, 2012).

L'étalement urbain accéléré conduit par ailleurs, à l'échelle nationale, à une marginalisation politique et économique croissante des régions et des collectivités rurales qui pourrait exposer ces dernières à une détérioration des infrastructures et des services. Les conflits qui opposent les régions rurales et urbaines en ce qui a trait à la gestion des ressources naturelles (Castro et Nielsen, 2003) — par exemple, celle de l'eau (Celio *et al.*, 2011) — ou aux nouvelles utilisations des territoires ruraux — par exemple, installation de parcs d'éoliennes dans les zones rurales de la Catalogne (Zografos et Martínez-Alier, 2009), industrialisation des zones côtières en Suède (Stepanova et Bruckmeier, 2013) ou conversion des rizières en zones industrielles, résidentielles ou récréatives aux Philippines (Kelly, 1998) — sont bien connus, et on peut s'attendre à ce que les contraintes engendrées par les répercussions du changement climatique sur les terres et les ressources naturelles viennent exacerber ces tensions. Par exemple, les réductions de l'approvisionnement en eau dues au changement climatique pourraient devenir plus préoccupantes que la croissance démographique ou que l'augmentation de la consommation par habitant pour ceux chargés d'assurer l'approvisionnement en eau des grandes villes (Jenerette et Larsen, 2006). La recherche de solutions à de tels conflits exigera la mise en œuvre de mesures novatrices (Pearson *et al.*, 2010).

Bibliographie

- Aubry, C., J. Ramamonjisoa, M.-H. Dabat, J. Rakotoarisoa, J. Rakotondraibe et L. Rabeharisoa, 2012: Urban agriculture and land use in cities: an approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land Use Policy*, **29**, 429-439.
- Barrios, S., L. Bertinelli et E. Strobl, 2006: Climatic change and rural-urban migration: the case of sub-Saharan Africa. *Journal of Urban Economics*, **60**, 357-371.
- Black, R., W.N. Adger, N.W. Arnell, S. Dercon, A. Geddes et D. Thomas, 2011: The effect of environmental change on human migration. *Global Environmental Change*, **21**(Suppl. 1), S3-S11.
- Bowyer-Bower, T., 2006: The inevitable illusiveness of 'sustainability' in the peri-urban interface: the case of Harare. In: *The Peri-Urban Interface: Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use* [sous la direction de McGregor, D., D. Simon et D. Thompson]. Earthscan, Londres (Royaume-Uni) et Sterling, VA (États-Unis d'Amérique), pp. 151-164.
- Bryld, E., 2003: Potentials, problems, and policy implications for urban agriculture in developing countries. *Agriculture and Human Values*, **20**, 79-86.
- Castro, A.P. et E. Nielsen, 2003: *Natural Resource Conflict Management Case Studies: An Analysis of Power, Participation and Protected Areas*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome (Italie), 268 p.
- Darly, S. et A. Torre, 2013: Conflicts over farmland uses and the dynamics of "agri-urban" localities in the Greater Paris Region: an empirical analysis based on daily regional press and field interviews. *Land Use Policy*, **30**, 90-99.
- Devendra, C., J. Morton, B. Rischowsky et D. Thomas, 2005: Livestock systems. In: *Livestock and Wealth Creation: Improving the Husbandry of Livestock Kept by the Poor in Developing Countries* [sous la direction de Owen, E., A. Kitalyi, N. Jayasuriya et T. Smith]. Nottingham University Press, Nottingham (Royaume-Uni), pp. 29-52.
- Dixon, J.M., K.J. Donati, L.L. Pike et L. Hattersley, 2009: Functional foods and urban agriculture: two responses to climate change-related food insecurity. *New South Wales Public Health Bulletin*, **20**(2), 14-18.
- Eakin, H., A. Lerner et F. Murtinho, 2013: Adaptive capacity in evolving peri-urban spaces; responses to flood risk in the Upper Lerma River Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, **20**(1), 14-22.
- Güneralp, B., K.C. Seto et M. Ramachandran, 2013: Evidence of urban land teleconnections and impacts on hinterlands. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **5**(5), 445-451.
- Hanlon, B., J.R. Short et T.J. Vicino, 2010: *Cities and Suburbs: New Metropolitan Realities in the US*. Routledge, Oxford (Royaume-Uni) et New York, NY (États-Unis d'Amérique), 304 p.
- Hoggart, K., 2005: *The City's Hinterland: Dynamism and Divergence in Europe's Peri-Urban Territories*. Ashgate Publishing, Ltd., Aldershot (Royaume-Uni) et Ashgate Publishing Co., Burlington, VT (États-Unis d'Amérique), 186 p.
- Iaquinta, D.L. et A.W. Drescher, 2000: Defining the peri-urban: rural-urban linkages and institutional connections. *Land Reform: Land Settlement and Cooperatives*, **2000**(2), 8-26, www.fao.org/docrep/003/X8050T/X8050T00.HTM.
- Jenerette, G.D. et L. Larsen, 2006: A global perspective on changing sustainable urban water supplies. *Global and Planetary Change*, **50**(3-4), 202-211.
- Kelly, P.F., 1998: The politics of urban-rural relations: land use conversion in the Philippines. *Environment and Urbanization*, **10**(1), 35-54, doi:10.1177/095624789801000116.
- Lerner, A.M. et H. Eakin, 2010: An obsolete dichotomy? Rethinking the rural-urban interface in terms of food security and production in the global south. *Geographical Journal*, **177**(4), 311-320.
- Lerner, A.M., H. Eakin et S. Sweaney, 2013: Understanding peri-urban maize production through an examination of household livelihoods in the Toluca Metropolitan Area, Mexico. *Journal of Rural Studies*, **30**, 52-63.
- Liwenga, E., E. Swai, L. Nsemwa, A. Katunzi, B. Gwambene, M. Joshua, F. Chipungu, T. Stathers et R. Lamboll, 2012: *Exploring Urban Rural Interdependence and the Impact of Climate Change in Tanzania and Malawi: Final Narrative Report*. Rapport de projet, Centre de recherches pour le développement international (CRDI), Ottawa, ON (Canada).

- Masuda, J. et T. Garvin, 2008: Whose heartland? The politics of place at the rural-urban interface. *Journal of Rural Studies*, **24**, 118-123.
- Mattia, C., C.A. Scott et M. Giordano, 2010: Urban-agricultural water appropriation: the Hyderabad, India case. *Geographical Journal*, **176**(1), 39-57.
- Mkandla, N., P. Van der Zaag et P. Sibanda, 2005: Bulawayo water supplies: sustainable alternatives for the next decade. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **30**(11-16), 935-942.
- Morton, J., 1989: Ethnicity and politics in Red Sea Province, Sudan. *African Affairs*, **88**(350), 63-76.
- Pearson, L.J., A. Coggan, W. Proctor et T.F. Smith, 2010: A sustainable decision support framework for urban water management. *Water Resources Management*, **24**(2), 363-376.
- Pelling, M. et D. Mustafa, 2010: *Vulnerability, Disasters and Poverty in Desakota Systems*. Political and Development Working Paper Series, No. 31, King's College London, Londres (Royaume-Uni), 26 p.
- Simon, D., 2008: Urban environments: issues on the peri-urban fringe. *Annual Review of Environmental Resources*, **33**, 167-185.
- Simon, D., D. McGregor et D. Thompson, 2006: Contemporary perspectives on the peri-urban zones of cities in developing countries. In: *The Peri-Urban Interface: Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use* [sous la direction de McGregor, D., D. Simon et D. Thompson]. Earthscan, Londres (Royaume-Uni) et Sterling, VA (États-Unis d'Amérique), pp. 3-17.
- Solana-Solana, M., 2010: Rural gentrification in Catalonia, Spain: a case study of migration, social change and conflicts in the Empordanet area. *Geoforum*, **41**(3), 508-517.
- Stepanova, O. et K. Bruckmeier, 2013: Resource use conflicts and urban-rural resource use dynamics in Swedish coastal landscapes: comparison and synthesis. *Journal of Environmental Policy & Planning*, **15**(4), 467-492, doi:10.1080/1523908X.2013.778173.
- Verburg, P.H., E. Koomen, M. Hilferink, M. Perez-Soba et J.P. Lesschen, 2012: An assessment of the impact of climate adaptation measures to reduce flood risk on ecosystem services. *Landscape Ecology*, **27**, 473-486.
- Webster, D., 2002: *On the Edge: Shaping the Future of Peri-Urban East Asia*. Asia/Pacific Research Center (A/PARC), Stanford, CA (États-Unis d'Amérique), 49 p.
- Wilbanks, T., S. Fernandez, G. Backus, P. Garcia, K. Jonietz, P. Kirshen, M. Savonis, W. Solecki et T. Toole, 2012: *Climate Change and Infrastructure, Urban systems and Vulnerabilities*. Rapport technique préparé par le Oak Ridge National Laboratory (ORNL) pour le compte du Département de l'Énergie des États-Unis d'Amérique dans le cadre de l'évaluation nationale du climat, ORNL, Oak Ridge, TN, 19 p., www.esd.ornl.gov/eess/Infrastructure.pdf.
- Zasada, I., 2011: Multifunctional peri-urban agriculture – a review of societal demands and the provision of goods and services by farming. *Land Use Policy*, **28**(4), 639-648.
- Zografos, C. et J. Martínez-Alier, 2009: The politics of landscape value: a case study of wind farm conflict in rural Catalonia. *Environment and Planning A*, **41**(7), 1726-1744.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Morton, J.F., W. Solecki, P. Dasgupta, D. Dodman et M.G. Rivera-Ferre, 2014: Encart thématique – Interactions entre les zones urbaines et rurales – Incidences des changements climatiques, vulnérabilité et adaptation. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 163-166.

Rôle de la végétation dans la modification des flux d'eau en conditions de changement climatique

Dieter Gerten (Allemagne), Richard Betts (Royaume-Uni), Petra Döll (Allemagne)

Le climat, la végétation et les cycles du carbone et de l'eau sont intimement liés, notamment par le biais de la transpiration et de l'absorption du CO₂ assurées simultanément par les stomates des plantes dans le cadre de la photosynthèse. Ainsi, les flux d'eau — par exemple, le ruissellement et l'évapotranspiration — sont soumis non seulement aux effets directs du changement climatique d'origine anthropique (c'est-à-dire aux fluctuations de variables telles que la température et les précipitations), mais aussi aux effets indirects des réactions des végétaux à la hausse des concentrations atmosphériques de CO₂. De plus, les effets du changement climatique (par exemple, hausse de la température et modification des précipitations) sur la structure de la végétation, la production de biomasse et la répartition des plantes ont un effet indirect sur les flux d'eau. L'augmentation de la concentration du CO₂ influe sur les plantes et sur les flux d'eau associés à ces dernières de deux façons différentes, comme l'illustrent amplement les résultats d'études de laboratoire, de modélisation et d'expériences réalisées à l'air libre grâce à des techniques d'enrichissement en CO₂ (FACE) (voir par exemple Leakey *et al.*, 2009; Reddy *et al.*, 2010; de Boer *et al.*, 2011). D'une part, un *effet physiologique* conduit à la fermeture des stomates, et donc à une réduction de la transpiration des végétaux. D'autre part, un *effet structurel* (« effet de fertilisation ») stimule la photosynthèse et la production de biomasse des plantes en C₃, y compris l'ensemble des espèces d'arbres, et conduit à terme à un taux de transpiration plus élevé à l'échelle régionale. Une des questions principales est de savoir dans quelle mesure les changements induits par le climat et ceux provoqués par l'évolution des concentrations de CO₂ chez les plantes — y compris ceux qui influent sur leur transpiration — peuvent se traduire par des changements régionaux et mondiaux du ruissellement de l'eau.

L'effet physiologique du CO₂ est lié à une augmentation intrinsèque de l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les plantes, c'est-à-dire à une réduction du volume d'eau transpiré par unité de carbone assimilée. Les mesures de concentration d'isotopes stables du carbone dans les plantes ligneuses (Peñuelas *et al.*, 2011) viennent corroborer cette observation, et donnent à penser que l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les arbres matures aurait affiché une hausse de 20,5 % entre le début des années 1960 et le début des années 2000. On a également mesuré des hausses de ce paramètre par rapport aux données de l'époque préindustrielle dans plusieurs autres peuplements forestiers (Andreu-Hayles *et al.*, 2011; Gagen *et al.*, 2011; Loader *et al.*, 2011; Nock *et al.*, 2011) ainsi que dans des prairies tempérées semi-naturelles (Koehler *et al.*, 2010), bien que l'efficacité de l'utilisation de l'eau chez une espèce boréale d'arbre se soit stabilisée après les années 1970 (Gagen *et al.*, 2011). Les analyses de l'évolution à long terme des flux de carbone et d'eau dans des écosystèmes entiers effectuées dans 21 sites de forêts tempérées et boréales d'Amérique du Nord ont confirmé une augmentation non négligeable de l'efficacité de

l'utilisation de l'eau au cours des deux dernières décennies (Keenan *et al.*, 2013). Les résultats d'un modèle écosystémique viennent par ailleurs confirmer une hausse globale de l'efficacité de l'utilisation de l'eau au cours du siècle écoulé (Ito et Inatomi, 2012).

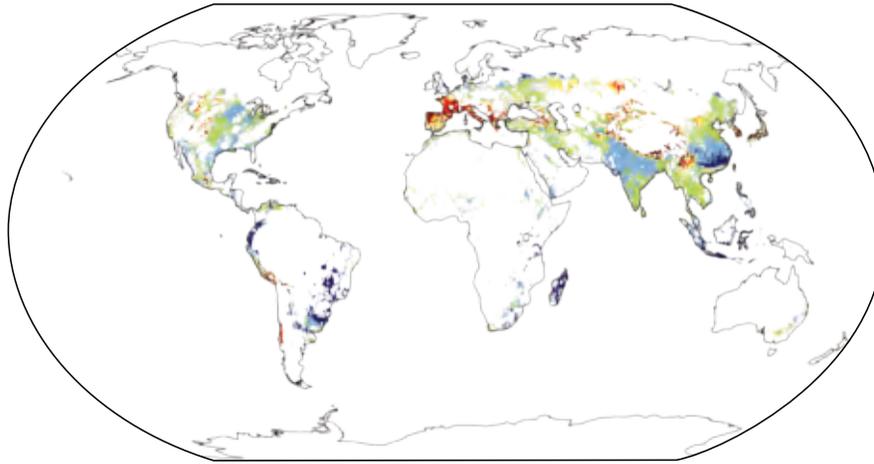
La question de savoir si la structure de la végétation et sa production sont demeurées approximativement constantes (comme le laisse supposer l'étude de modélisation globale réalisée par Gedney *et al.*, 2006), ou si elles ont évolué dans certaines régions à cause de l'effet structurel du CO₂ (comme le laissent supposer les modèles de Piao *et al.*, 2007 et de Gerten *et al.*, 2008) est une de celles qui influera le plus sur l'importance du rôle à accorder à l'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau pour la transpiration à grande échelle. Si les résultats des études réalisées sur le terrain varient considérablement d'un site à l'autre, les relevés dendrochronologiques donnent à conclure que le changement climatique et l'évolution des concentrations de CO₂ n'ont pas influé sur la croissance des arbres à l'échelle mondiale depuis les années 1970 (Andreu-Hayles *et al.*, 2011; Peñuelas *et al.*, 2011). Cependant, les mesures des surfaces terrières des arbres effectuées sous les tropiques dans plus de 150 parcelles donnent à conclure que la biomasse et les taux de croissance des forêts tropicales intactes auraient augmenté au cours des récentes décennies (Lewis *et al.*, 2009). Le même phénomène a été observé dans 55 parcelles de forêts tempérées, et on soupçonne le CO₂ d'avoir joué un rôle (McMahon *et al.*, 2010). Des observations par satellite analysées par Donohue *et al.* (2013) donnent à conclure qu'une augmentation mesurée de 11 % du couvert végétal dans les zones arides chaudes (sur la période 1982–2010) serait attribuable à l'effet structurel du CO₂. Étant donné l'interaction entre les effets physiologiques et structurels, l'impact net d'une hausse des concentrations de CO₂ sur la transpiration des végétaux et sur le ruissellement reste difficile à maîtriser, d'autant plus que les limites de l'apport en nutriments, souvent négligées dans les études de modélisation, peuvent supprimer l'effet structurel du CO₂ (voir Rosenthal et Tomeo, 2013).

Les points de vue divergent donc quant à l'ampleur de l'incidence, sur l'évapotranspiration et sur le ruissellement mesurés à l'échelle mondiale, des effets directs du CO₂ sur les plantes. Le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (RE4) fait état de travaux réalisés par Gedney *et al.* (2006) qui donnent à penser que l'effet physiologique du CO₂ (réduction de la transpiration) contribuerait à l'augmentation supposée du ruissellement à l'échelle mondiale observée dans les reconstructions de Labat *et al.* (2004). Cependant, une analyse plus récente fondée sur un ensemble de données plus complet (Dai *et al.*, 2009) donne à conclure que les bassins versants affichant une diminution du ruissellement seraient plus nombreux que ceux affichant une augmentation, et que la période 1948–2004 aurait donc *probablement* été caractérisée par une légère diminution du ruissellement à l'échelle mondiale. Il apparaît donc que la détection de la contribution de la végétation à l'évolution des flux d'eau dépend très étroitement de la disponibilité et de la qualité des observations hydrométéorologiques (Haddeland *et al.*, 2011; Lorenz et Kunstmann, 2012). Globalement, les données recueillies depuis la publication du RE4 donnent à penser que les variations et les tendances climatiques auraient été les premières responsables de l'évolution du ruissellement à l'échelle mondiale au cours des dernières décennies, et que l'augmentation des concentrations de CO₂ et les changements d'utilisation des terres n'auraient joué qu'un rôle secondaire (Piao *et al.*, 2007; Gerten *et al.*, 2008; Alkama *et al.*, 2011; Sterling *et al.*, 2013). Oliveira *et al.* (2011) ont de plus attiré l'attention sur l'importance des changements du rayonnement solaire incident et sur le rôle de médiation joué par la végétation. Selon leurs simulations mondiales, une augmentation de la fraction du rayonnement diffus au cours de la période 1960–1990 aurait conduit, sous les tropiques, à une hausse de 3 % de l'évapotranspiration découlant de la photosynthèse des feuilles situées à l'ombre.

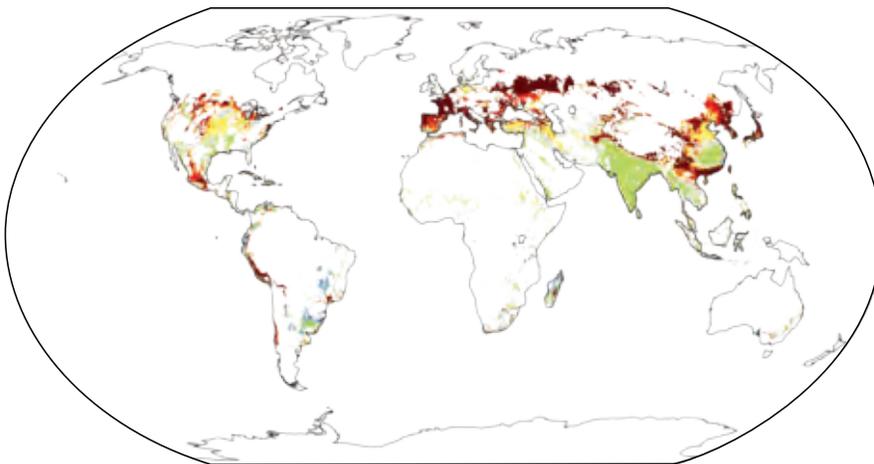
On ignore comment la réaction de la végétation aux hausses futures de la concentration de CO₂ et au changement climatique pourrait moduler les incidences du changement climatique sur les flux d'eau douce. Selon certains modèles, le ruissellement mesuré à l'échelle des bassins hydrographiques et des continents pourrait afficher une augmentation plus marquée, ou une diminution moins marquée, au cours du XXI^e siècle, si on prenait en compte, outre les changements climatiques, les effets physiologiques du CO₂ (Betts *et al.*, 2007; Murray *et al.*, 2012). Ces effets pourraient atténuer quelque peu l'aggravation des pénuries d'eau que le changement climatique et la croissance démographique laissent anticiper (Gerten *et al.*, 2011; Wiltshire *et al.*, 2013). En chiffres absolus, les modèles laissent prédire que l'incidence du CO₂ devrait à elle seule se traduire par une augmentation globale future du ruissellement de 4 - 5 % (Gerten *et al.*, 2008) jusqu'à un maximum de 13 % (Nugent et Matthews, 2012) comparativement à la situation actuelle, selon l'évolution supposée des concentrations de CO₂ et selon la décision de prendre ou non en compte les effets des changements apportés à la structure de la végétation et au transfert dans l'atmosphère [Nugent et Matthews (2012) ont effectivement tenu compte de ces effets]. Une étude mondiale de comparaison de modèles (Davie *et al.*, 2013) a permis de constater que deux modèles sur quatre projettent respectivement une hausse plus prononcée ou une baisse moins prononcée du ruissellement, selon qu'ils optent pour une prise en compte des effets du CO₂ ou pour la stabilité des concentrations de CO₂ (résultats conformes à ceux décrits ci-dessus, avec des amplitudes différentes cependant), tandis que les deux autres modèles laissent conclure à l'effet inverse. Ainsi, le choix des modèles et leur façon de représenter le couplage entre la concentration du CO₂, la fermeture des stomates et la croissance des végétaux constituent des sources d'incertitude, comme l'ont également laissé entendre Cao *et al.* (2009). Une baisse de la transpiration provoquée par une hausse de la concentration de CO₂ pourrait également influencer sur les changements climatiques régionaux eux-mêmes (Boucher *et al.*, 2009) et accroître la différence des taux de réchauffement observés entre les terres émergées et la surface des océans (Joshi *et al.*, 2008). Globalement, même si les effets physiologiques et structuraux influenceront sur les flux d'eau dans plusieurs régions, les effets des précipitations et de la température demeureront *probablement* les principaux facteurs déterminants du ruissellement à l'échelle mondiale (Alkama *et al.*, 2010).

Un modèle des interactions entre le sol, la végétation et l'atmosphère montre les réactions complexes de la recharge des nappes souterraines aux effets du changement climatique modulés par la végétation, cette recharge étant toutefois toujours plus rapide que celle à laquelle on pourrait s'attendre si on tenait compte uniquement des variations des précipitations (McCallum *et al.*, 2010). Une autre étude a permis de conclure que même si les précipitations diminuaient légèrement, la recharge des nappes souterraines pourrait quand même augmenter sous l'effet net des réactions de la végétation au changement climatique et à l'augmentation de la concentration de CO₂, c'est-à-dire une augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et une augmentation ou une diminution de la surface foliaire (Crosbie *et al.*, 2010). En Australie, selon le type d'herbes poussant dans une région donnée, un changement donné des conditions climatiques pourrait conduire à une augmentation ou à une diminution de la recharge des nappes souterraines (Green *et al.*, 2007). Dans un site des Pays-Bas, huit scénarios climatiques caractérisés par des étés plus secs et des hivers plus humides (scénarios d'émissions A2) testés à l'aide d'un modèle couplé de la végétation et de conditions hydrologiques à divers niveaux de saturation ont chaque fois conduit à une réduction de la biomasse.

a) **Effets cumulés des changements climatiques et des réactions physiologiques et structurelles des plantes cultivées à une augmentation de la concentration du CO₂ atmosphérique**



b) **Effets des changements climatiques considérés isolément**



Variation (%) des besoins nets d'irrigation

■ <-40	■ -20 à -40	■ -5 à 20	■ -5 à 5	■ 5 à 20	■ 20 à 40	■ >40	□ Pas d'irrigation
--------	-------------	-----------	----------	----------	-----------	-------	--------------------

Figure VE-1 | Variation (%) des besoins nets en eau d'irrigation de 11 cultures importantes, de 1971–2000 à 2070–2099, dans les zones actuellement dotées de systèmes d'irrigation, en supposant l'application des pratiques de gestion courantes. a) Effets cumulés des changements climatiques et des réactions physiologiques et structurelles des plantes cultivées à une augmentation de la concentration du CO₂ atmosphérique (compte non tenu des limites imposées par la disponibilité des nutriments). b) Effets des changements climatiques considérés isolément. Les cartes illustrent la variation médiane calculée à partir de projections du changement climatique établies par 19 modèles de la circulation générale (MCG; fondés sur le scénario d'émissions A2 du Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émission – RSSE) utilisés pour forcer un modèle de la végétation et de l'hydrologie. (Adapté de Konzmann *et al.*, 2013.)

L'augmentation de la recharge des nappes souterraines constatée en amont conduisait dans ce modèle à une élévation du niveau de la nappe phréatique et à une extension de l'habitat des espèces végétales adaptées à des conditions humides en aval (Brolsma *et al.*, 2010).

Au moyen d'un vaste ensemble de projections sur l'évolution du climat, Konzmann *et al.* (2013) ont étudié les changements hydrologiques dans une perspective agricole et émis l'hypothèse que les effets physiologiques et structuraux de l'évolution de la concentration du CO₂ auraient pour effet net de réduire globalement les besoins des cultures en matière d'irrigation (figure VE-1). Ainsi, l'efficacité de l'utilisation de l'eau et des méthodes de production pourrait compenser en partie les répercussions négatives du changement climatique sur les besoins en matière d'irrigation et les rendements des récoltes (Fader *et al.*, 2010). Cependant, il ne sera possible de tirer pleinement parti des effets positifs de la concentration du CO₂ que si des mesures appropriées de gestion permettent d'atténuer les effets négatifs d'un manque de nutriments ou d'autres facteurs sur la croissance des végétaux.

Les changements du couvert végétal et de la structure de la végétation dus au changement climatique à long terme ou à des phénomènes climatiques extrêmes intervenant à plus court terme comme les sécheresses (Anderegg *et al.*, 2013) influent également sur le partage de l'eau des précipitations entre l'évapotranspiration et le ruissellement, et font parfois intervenir des rétroactions complexes avec l'atmosphère comme celles observées dans la région amazonienne (Port *et al.*, 2012; Saatchi *et al.*, 2013). Un modèle utilisé dans l'étude réalisée par Davie *et al.* (2013) a permis de constater des variations régionales des effets du changement climatique sur la répartition et la structure de la végétation, les effets exercés sur le ruissellement global étant beaucoup plus limités que les effets structuraux et physiologiques de la concentration de CO₂. À mesure que les dynamiques de l'eau, du carbone et de la végétation évoluent de manière synchrone et interactive en conditions de changement climatique (Heyder *et al.*, 2011; Gerten *et al.*, 2013), il restera difficile de faire la part entre les effets individuels du climat, de la concentration de CO₂ et de l'évolution du couvert végétal sur le cycle de l'eau.

Bibliographie

- Alkama, R., M. Kageyama et G. Ramstein, 2010: Relative contributions of climate change, stomatal closure, and leaf area index changes to 20th and 21st century runoff change: a modelling approach using the Organizing Carbon and Hydrology in Dynamic Ecosystems (ORCHIDEE) land surface model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **115**(D17), D17112, doi:10.1029/2009JD013408.
- Alkama, R., B. Decharme, H. Douville et A. Ribes, 2011: Trends in global and basin-scale runoff over the late twentieth century: methodological issues and sources of uncertainty. *Journal of Climate*, **24**(12), 3000-3014.
- Anderegg, W.R.L., J.M. Kane et L.D.L. Anderegg, 2013: Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress. *Nature Climate Change*, **3**, 30-36.
- Andreu-Hayles, L., O. Planells, E. Gutierrez, E. Muntan, G. Helle, K.J. Anchukaitis et G.H. Schleser, 2011: Long tree-ring chronologies reveal 20th century increases in water-use efficiency but no enhancement of tree growth at five Iberian pine forests. *Global Change Biology*, **17**(6), 2095-2112.
- Betts, R.A., O. Boucher, M. Collins, P.M. Cox, P.D. Falloon, N. Gedney, D.L. Hemming, C. Huntingford, C.D. Jones, D.M.H. Sexton et M.J. Webb, 2007: Projected increase in continental runoff due to plant responses to increasing carbon dioxide. *Nature*, **448**(7157), 1037-1041.
- Boucher, O., A. Jones et R.A. Betts, 2009: Climate response to the physiological impact of carbon dioxide on plants in the Met Office Unified Model HadCM3. *Climate Dynamics*, **32**(2-3), 237-249.
- Brolsma, R.J., M.T.H. van Vliet et M.F.P. Bierkens, 2010: Climate change impact on a groundwater-influenced hillslope ecosystem. *Water Resources Research*, **46**(11), W11503, doi:10.1029/2009WR008782.
- Cao, L., G. Bala, K. Caldeira, R. Nemani et G. Ban-Weiss, 2009: Climate response to physiological forcing of carbon dioxide simulated by the coupled Community Atmosphere Model (CAM3.1) and Community Land Model (CLM3.0). *Geophysical Research Letters*, **36**(10), L10402, doi:10.1029/2009GL037724.
- Crosbie, R.S., J.L. McCallum, G.R. Walker et F.H.S. Chiew, 2010: Modelling climate-change impacts on groundwater recharge in the Murray-Darling Basin, Australia. *Hydrogeology Journal*, **18**(7), 1639-1656.
- Dai, A., T. Qian, K.E. Trenberth et J.D. Milliman, 2009: Changes in continental freshwater discharge from 1948 to 2004. *Journal of Climate*, **22**(10), 2773-2792.
- Davie, J.C.S., P.D. Falloon, R. Kahana, R. Dankers, R. Betts, F.T. Portmann, D.B. Clark, A. Itoh, Y. Masaki, K. Nishina, B. Fekete, Z. Tessler, X. Liu, Q. Tang, S. Hagemann, T. Stacke, R. Pavlick, S. Schaphoff, S.N. Gosling, W. Franssen et N. Arnell, 2013: Comparing projections of future changes in runoff and water resources from hydrological and ecosystem models in ISI-MIP. *Earth System Dynamics*, **4**, 359-374.
- de Boer, H.J., E.I. Lammertsma, F. Wagner-Cremer, D.L. Dilcher, M.J. Wassen et S.C. Dekker, 2011: Climate forcing due to optimization of maximal leaf conductance in subtropical vegetation under rising CO₂. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**(10), 4041-4046.
- Donohue, R.J., M.L. Roderick, T.R. McVicar et G.D. Farquhar, 2013: Impact of CO₂ fertilization on maximum foliage cover across the globe's warm, arid environments. *Geophysical Research Letters*, **40**(12), 3031-3035.
- Fader, M., S. Rost, C. Müller, A. Bondeau et D. Gerten, 2010: Virtual water content of temperate cereals and maize: present and potential future patterns. *Journal of Hydrology*, **384**(3-4), 218-231.
- Gagen, M., W. Finsinger, F. Wagner-Cremer, D. McCarroll, N.J. Loader, I. Robertson, R. Jalkanen, G. Young et A. Kirchhefer, 2011: Evidence of changing intrinsic water-use efficiency under rising atmospheric CO concentrations in Boreal Fennoscandia from subfossil leaves and tree ring $\delta^{13}\text{C}$ ratios. *Global Change Biology*, **17**(2), 1064-1072.
- Gedney, N., P.M. Cox, R.A. Betts, O. Boucher, C. Huntingford et P.A. Stott, 2006: Detection of a direct carbon dioxide effect in continental river runoff records. *Nature*, **439**(7078), 835-838.
- Gerten, D., S. Rost, W. von Bloh et W. Lucht, 2008: Causes of change in 20th century global river discharge. *Geophysical Research Letters*, **35**(20), L20405, doi:10.1029/2008GL035258.

- Gerten, D., J. Heinke, H. Hoff, H. Biemans, M. Fader et K. Waha, 2011: Global water availability and requirements for future food production. *Journal of Hydrometeorology*, **12**(5), 885-899.
- Gerten, D., W. Lucht, S. Ostberg, J. Heinke, M. Kowarsch, H. Kreft, Z.W. Kundzewicz, J. Rastgooy, R. Warren et H.J. Schellnhuber, 2013: Asynchronous exposure to global warming: freshwater resources and terrestrial ecosystems. *Environmental Research Letters*, **8**, 034032, doi:10.1088/1748-9326/8/3/034032.
- Green, T.R., B.C. Bates, S.P. Charles et P.M. Fleming, 2007: Physically based simulation of potential effects of carbon dioxide-altered climates on groundwater recharge. *Vadose Zone Journal*, **6**(3), 597-609.
- Haddeland, I., D.B. Clark, W. Franssen, F. Ludwig, F. Voss, N.W. Arnell, N. Bertrand, M. Best, S. Folwell, D. Gerten, S. Gomes, S.N. Gosling, S. Hagemann, N. Hanasaki, R. Harding, J. Heinke, P. Kabat, S. Koirala, T. Oki, J. Polcher, T. Stacke, P. Viterbo, G.P. Weedon et P. Yeh, 2011: Multimodel estimate of the global terrestrial water balance: setup and first results. *Journal of Hydrometeorology*, **12**(5), 869-884.
- Heyder, U., S. Schaphoff, D. Gerten et W. Lucht, 2011: Risk of severe climate change impact on the terrestrial biosphere. *Environmental Research Letters*, **6**(3), 034036, doi:10.1088/1748-9326/6/3/034036.
- Ito, A. et M. Inatomi, 2012: Water-use efficiency of the terrestrial biosphere: a model analysis focusing on interactions between the global carbon and water cycles. *Journal of Hydrometeorology*, **13**(2), 681-694.
- Joshi, M.M., J.M. Gregory, M.J. Webb, D.M.H. Sexton et T.C. Johns, 2008: Mechanisms for the land/sea warming contrast exhibited by simulations of climate change. *Climate Dynamics*, **30**(5), 455-465.
- Keenan, T.F., D.Y. Hollinger, G. Bohrer, D. Dragoni, J.W. Munger, H.P. Schmid et A.D. Richardson, 2013: Increase in forest water-use efficiency as atmospheric carbon dioxide concentrations rise. *Nature*, **499**(7458), 324-327.
- Koehler, I.H., P.R. Poulton, K. Auerswald et H. Schnyder, 2010: Intrinsic water-use efficiency of temperate seminatural grassland has increased since 1857: an analysis of carbon isotope discrimination of herbage from the Park Grass Experiment. *Global Change Biology*, **16**(5), 1531-1541.
- Konzmann, M., D. Gerten et J. Heinke, 2013: Climate impacts on global irrigation requirements under 19 GCMs, simulated with a vegetation and hydrology model. *Hydrological Sciences Journal*, **58**(1), 88-105.
- Labat, D., Y. Godderis, J. Probst et J. Guyot, 2004: Evidence for global runoff increase related to climate warming. *Advances in Water Resources*, **27**(6), 631-642.
- Leakey, A.D.B., E.A. Ainsworth, C.J. Bernacchi, A. Rogers, S.P. Long et D.R. Ort, 2009: Elevated CO₂ effects on plant carbon, nitrogen, and water relations: six important lessons from FACE. *Journal of Experimental Botany*, **60**(10), 2859-2876.
- Lewis, S.L., J. Lloyd, S. Sitch, E.T.A. Mitchard et W.F. Laurance, 2009: Changing ecology of tropical forests: evidence and drivers. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, **40**, 529-549.
- Loader, N.J., R.P.D. Walsh, I. Robertson, K. Bidin, R.C. Ong, G. Reynolds, D. McCarroll, M. Gagen et G.H.F. Young, 2011: Recent trends in the intrinsic water-use efficiency of ringless rainforest trees in Borneo. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **366**(1582), 3330-3339.
- Lorenz, C. et H. Kunstmann, 2012: The hydrological cycle in three state-of-the-art reanalyses: intercomparison and performance analysis. *Journal of Hydrometeorology*, **13**(5), 1397-1420.
- McCallum, J.L., R.S. Crosbie, G.R. Walker et W.R. Dawes, 2010: Impacts of climate change on groundwater in Australia: a sensitivity analysis of recharge. *Hydrogeology Journal*, **18**(7), 1625-1638.
- McMahon, S.M., G.G. Parker et D.R. Miller, 2010: Evidence for a recent increase in forest growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107**(8), 3611-3615.
- Murray, S.J., P.N. Foster et I.C. Prentice, 2012: Future global water resources with respect to climate change and water withdrawals as estimated by a dynamic global vegetation model. *Journal of Hydrology*, **448-449**, 14-29.
- Nock, C.A., P.J. Baker, W. Wanek, A. Leis, M. Grabner, S. Bunyavejchewin et P. Hietz, 2011: Long-term increases in intrinsic water-use efficiency do not lead to increased stem growth in a tropical monsoon forest in western Thailand. *Global Change Biology*, **17**(2), 1049-1063.
- Nugent, K.A. et H.D. Matthews, 2012: Drivers of future northern latitude runoff change. *Atmosphere-Ocean*, **50**(2), 197-206.
- Oliveira, P.J.C., E.L. Davin, S. Levis et S.I. Seneviratne, 2011: Vegetation-mediated impacts of trends in global radiation on land hydrology: a global sensitivity study. *Global Change Biology*, **17**(11), 3453-3467.
- Peñuelas, J., J.G. Canadell et R. Ogaya, 2011: Increased water-use efficiency during the 20th century did not translate into enhanced tree growth. *Global Ecology and Biogeography*, **20**(4), 597-608.
- Piao, S., P. Friedlingstein, P. Ciais, N. de Noblet-Ducoudre, D. Labat et S. Zaehle, 2007: Changes in climate and land use have a larger direct impact than rising CO₂ on global river runoff trends. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104**(39), 15242-15247.
- Port, U., V. Brovkin et M. Claussen, 2012: The influence of vegetation dynamics on anthropogenic climate change. *Earth System Dynamics*, **3**, 233-243.
- Reddy, A.R., G.K. Rasineni et A.S. Raghavendra, 2010: The impact of global elevated CO₂ concentration on photosynthesis and plant productivity. *Current Science*, **99**(1), 46-57.
- Rosenthal, D.M. et N.J. Tomeo, 2013: Climate, crops and lacking data underlie regional disparities in the CO₂ fertilization effect. *Environmental Research Letters*, **8**(3), 031001, doi:10.1088/1748-9326/8/3/031001.
- Saatchi, S., S. Asefi-Najafabady, Y. Malhi, L.E.O.C. Aragão, L.O. Anderson, R.B. Myneni et R. Nemani, 2013: Persistent effects of a severe drought on Amazonian forest canopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **110**(2), 565-570.
- Sterling, S.M., A. Ducharme et J. Polcher, 2013: The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle. *Nature Climate Change*, **3**, 385-390.
- Wiltshire, A., J. Gornall, B. Booth, E. Dennis, P. Falloon, G. Kay, D. McNeall, C. McSweeney et R. Betts, 2013: The importance of population, climate change and CO₂ plant physiological forcing in determining future global water stress. *Global Environmental Change*, **23**(5), 1083-1097.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Gerten, D., R. Betts et P. Döll, 2014: Encart thématique – Rôle de la végétation dans la modification des flux d'eau en conditions de changement climatique. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 167-171.

EE

Le trinôme eau–énergie– alimentation et ses liens avec le changement climatique

Douglas J. Arent (États-Unis d'Amérique), Petra Döll (Allemagne), Kenneth M. Strzepek (États-Unis d'Amérique), Blanca Elena Jiménez Cisneros (Mexique), Andy Reisinger (Nouvelle-Zélande), Ferenc Toth (Hongrie), Taikan Oki (Japon)

L'eau, l'énergie et l'alimentation (aliments, fourrages et fibres) sont liées à travers de nombreux profils d'évolution interactifs qui sont soumis aux effets du changement climatique, comme l'illustre la figure EE-1. La solidité et l'intensité de ces liens varient considérablement d'un pays, d'une région et d'un système de production à l'autre. Les technologies énergétiques (par exemple, biocombustibles, énergie hydroélectrique, centrales thermiques), les carburants et les modes de transport, et les produits alimentaires (issus des cultures irriguées, et notamment les protéines animales issues d'animaux nourris de cultures et de fourrages irrigués) pourraient nécessiter des quantités considérables d'eau (sections 3.7.2, 7.3.2, 10.2, 10.3.4, 22.3.3 et 25.7.2; Allan, 2003; King et Weber, 2008; McMahon et Price, 2011; Macknick *et al.*, 2012a). Dans le secteur des productions agricoles irriguées, le climat, les méthodes d'irrigation, le choix des cultures et les rendements déterminent les besoins en eau par unité de culture produite. Dans les zones où l'eau de consommation (et les eaux usées) doivent être pompées et/ou traitées, une source d'énergie est requise (Metcalf & Eddy, Inc. *et al.*, 2007; Khan et Hanjra, 2009; EPA, 2010; Gerten *et al.*, 2011). La production, la réfrigération, le transport et la transformation des aliments exigent de vastes quantités d'énergie (Pelletier *et al.*, 2011), mais il existe entre les aliments et l'énergie un autre lien important sur lequel influe le changement climatique : la concurrence que se livrent les secteurs de la bioénergie et de la production alimentaire pour l'accès à la terre et à l'eau (*éléments de preuve robustes, degré de cohérence élevé*; section 7.3.2, encadré 25-10; Diffenbaugh *et al.*, 2012; Skaggs *et al.*, 2012). Les déchets alimentaires, les résidus agricoles et les eaux usées peuvent servir de sources d'énergie, permettant ainsi non seulement de réduire la consommation de combustibles classiques non renouvelables, mais aussi celle de l'eau et de l'énergie requises pour la transformation ou le traitement ainsi que pour l'élimination (Schievano *et al.*, 2009; Oh *et al.*, 2010; Olson, 2012). On trouve des exemples de ces pratiques dans plusieurs pays représentant toutes les catégories de revenus. Par exemple, les sous-produits de la culture de la canne à sucre servent de plus en plus à la production d'énergie électrique ou à la cogénération de chaleur et d'électricité (McKendry, 2002; Kim et Dale, 2004) — des techniques qui procurent des avantages économiques en même temps qu'elles permettent de réduire la production de gaz à effet de serre.

La plupart des méthodes de production d'énergie consomment de grandes quantités d'eau soit directement (par exemple, bioénergie et énergie hydroélectrique), soit indirectement (par exemple, systèmes de refroidissement des centrales thermiques ou autres types d'installations) (*éléments de preuve robustes, degré de cohérence élevé*; sections 10.2.2, 10.3.4 et 25.7.4; et van Vliet *et al.*, 2012; Davies *et al.*, 2013. Selon Gerbens-Leenes *et al.* (2012), la production de biocarburants — par exemple, en vertu de la stratégie de recharge de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) qui prévoit que la production de ce type de carburant atteindra 71 EJ en 2030 —

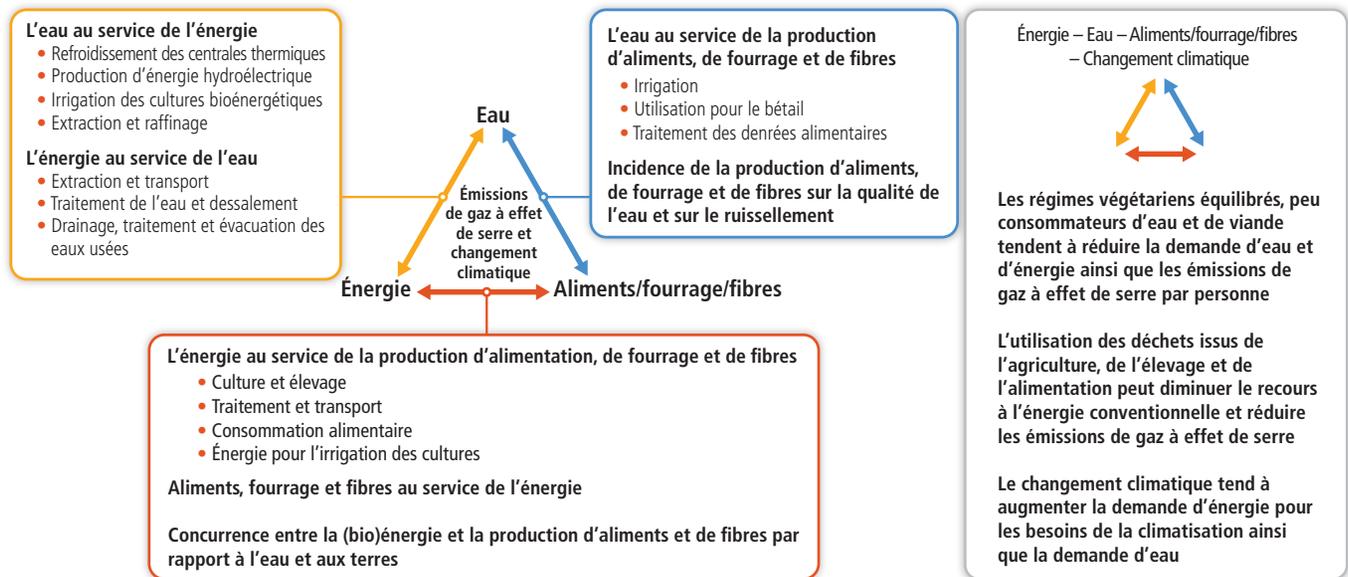


Figure EE-1 | Le trinôme eau-énergie-alimentation et le changement climatique. Les rapports entre l'offre et la demande, les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'approvisionnement en eau, l'énergie et la production d'aliments/fourrages/fibres dans un contexte de changement climatique ont une incidence sur les stratégies d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets.

fera passer la consommation mondiale d'eau d'irrigation de 0,5 à 5,5 % des ressources mondiales renouvelables en eau entre 2005 et 2030, ce qui augmentera les pressions exercées sur les ressources mondiales d'eau douce et pourrait avoir des impacts négatifs sur les écosystèmes d'eau douce. L'eau est également nécessaire pour l'industrie minière (section 25.7.3) et la transformation et l'élimination des combustibles fossiles et nucléaires ou de leurs sous-produits. La proportion des ressources en eau servant à produire de l'énergie varie actuellement de quelques points de pourcentage, dans la plupart des pays en développement, à plus de 50 % du volume total de l'eau potable prélevée dans certains pays développés (Kenny *et al.*, 2009; WEC, 2010). Les besoins futurs en eau dépendront de la croissance de la demande en électricité, ainsi que du portefeuille des technologies de production et des options de gestion de l'eau utilisées (*éléments de preuve moyens, degré de cohérence élevé*; WEC, 2010; Sattler *et al.*, 2012). La disponibilité future des ressources en eau pour la production d'énergie variera à cause du changement climatique (*éléments de preuve robustes, degré de cohérence élevé*; sections 3.4, 3.5.1 et 3.5.2.2).

L'élévation, le transport et la distribution de l'eau ainsi que les traitements requis en vue de l'utiliser ou de la dépolluer peuvent exiger beaucoup d'énergie. Les eaux usées, et même les eaux pluviales recueillies dans les villes, requièrent de l'énergie pour le traitement et l'évacuation. Certaines sources non conventionnelles d'eau (eaux usées ou eau de mer) sont souvent très énergivores. L'intensité énergétique par mètre cube d'eau peut varier par un facteur de 10 environ selon la source — par exemple, eau potable puisée localement de sources souterraines ou en surface, comparée à l'eau de mer dessalée (encadré 25-2, tableaux 25-6, 25-7; Macknick *et al.*, 2012b; Plappally et Lienhard, 2012). L'utilisation de l'eau souterraine (35 % du volume mondial des prélèvements d'eau, utilisée principalement pour les cultures vivrières irriguées; Döll *et al.*, 2012) est généralement plus énergivore que l'utilisation de l'eau de surface. En Inde par exemple, l'agriculture consommait en 2012 19 % du total de l'électricité produite (Central Statistics Office, 2013), le pompage de l'eau souterraine représentant une part importante de cette consommation. L'eau pompée à partir de sources souterraines plus profondes augmente sensiblement la demande d'énergie — la consommation d'électricité (kWh m⁻³ d'eau) est multipliée par trois lorsqu'on passe de 35 à 120 m de profondeur (Plappally et Lienhard, 2012). La réutilisation d'eaux usées appropriées pour l'irrigation (qui permet de récupérer à la fois l'eau et des nutriments à forte intensité énergétique) peut accroître les rendements agricoles, économiser l'énergie et prévenir l'érosion des sols (*degré de confiance moyen*; Smit et Nasr, 1992; Jiménez-Cisneros, 1996; Qadir *et al.*, 2007; Raschid-Sally et Jayakody, 2008). Des méthodes de traitement moins énergivores permettent de transformer des eaux usées de piètre qualité (eaux noires) en une eau d'une qualité suffisante pour être rejetée dans un cours d'eau; elles permettent de réduire la demande d'eau potable et la consommation d'énergie liée à son prélèvement (Keraita *et al.*, 2008). Lorsqu'elles sont traitées d'une manière permettant de conserver les nutriments qu'elles contiennent, les eaux usées peuvent accroître la productivité des sols et permettre d'augmenter le rendement des récoltes et la sécurité alimentaire dans les régions qui n'ont pas les moyens de payer une lourde facture énergétique ou des engrais coûteux (*degré de confiance élevé*; Oron, 1996; Lazarova et Bahri, 2005; Redwood et Huibers, 2008; Jiménez-Cisneros, 2009).

L'utilisation et la gestion des terres influent aussi considérablement sur les rapports entre l'eau, l'énergie, l'alimentation et le climat (*éléments de preuve robustes, degré de cohérence élevé*; section 4.4.4, encadré 25-10). La dégradation des sols réduit souvent l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de l'énergie (elle conduit par exemple à une utilisation accrue d'engrais et à une augmentation du ruissellement), et compromet

la sécurité alimentaire (sections 3.7.2 et 4.4.4). En revanche, les activités de reboisement réalisées pour fixer le carbone présentent en plus l'avantage de réduire l'érosion des sols et de créer (même si ce n'est que temporairement) de nouveaux habitats (voir encadré 25-10), mais elles peuvent aussi réduire les ressources en eaux renouvelables. Les prélèvements d'eau requis pour la production d'énergie, d'aliments ou de biocombustibles ou pour la fixation du carbone peuvent aussi mettre en péril les habitats fluviaux et les milieux humides qui ont besoin pour subsister d'un débit d'eau minimal, ce qui peut conduire à des conflits de valeur entre les utilisations de l'eau à des fins économiques et les autres types d'utilisation (*éléments de preuve moyens, degré de cohérence élevé*; sections 25.4.3 et 25.6.2, encadré 25-10). Seules quelques études ont commencé à évaluer les interactions multiples entre l'énergie, la production d'aliments, les terres, l'eau et le climat (McCornick *et al.*, 2008; Bazilian *et al.*, 2011; Bierbaum et Matson, 2013) et à examiner ces enjeux sous l'angle de la sécurité, en décrivant les premières méthodes de modélisation intégrée. Le changement climatique influe sur les interactions entre chacun de ces facteurs et, par ricochet, sur la demande en énergie et en eau, la bioproduktivité et d'autres facteurs (voir figure EE-1 et Wise *et al.*, 2009), et cette incidence se répercute sur la sécurité de l'approvisionnement en énergie, en aliments et en eau, sur les stratégies d'adaptation et d'atténuation, sur la réduction de la pollution atmosphérique ainsi que sur la santé et l'économie, comme le fait valoir le présent rapport d'évaluation.

Les rapports entre la production d'aliments/fibres, l'eau, l'utilisation des terres, l'énergie et le changement climatique — y compris les incidences intersectorielles encore méconnues — jouent un rôle de plus en plus important dans l'évaluation des incidences aux fins de la prise de décisions en matière d'adaptation et d'atténuation. Compte tenu des rapports qui existent entre l'énergie, l'alimentation, l'utilisation des terres et de l'eau et les stratégies de réduction des émissions de GES — notamment lorsqu'ils sont mesurés à l'aune de l'utilisation des ressources biologiques pour la satisfaction des besoins en aliments/fourrages, en énergie ou en carburants — il est raisonnable de penser que l'évaluation combinée des besoins en eau, des types de sols et de leurs utilisations, des besoins en énergie, des utilisations possibles et des impacts des GES fournira souvent une bonne illustration des liens qui existent entre le trinôme eau-énergie-alimentation et le changement climatique. Par exemple, les scénarios d'atténuation décrits dans le rapport spécial du GIEC sur les sources d'énergies renouvelables et l'atténuation du changement climatique (GIEC, 2011) indiquent que l'énergie primaire tirée de la biomasse atteindra jusqu'à 300 EJ d'ici à 2050 sous des conditions d'atténuation de plus en plus rigoureuses. Une production à ce point élevée de biomasse, en l'absence de toute évolution de la technologie et des processus et méthodes de gestion ou d'exploitation, aurait des répercussions importantes sur l'utilisation des terres, de l'eau et de l'énergie, ainsi que sur la production et sur le prix des aliments. La prise en compte des liens qui existent entre l'énergie, la production d'aliments/fourrages/fibres, l'utilisation de l'eau et des terres et le changement climatique est jugée de plus en plus essentielle à la prise de décisions éclairées favorisant la résilience face au changement climatique (*éléments de preuve moyens, degré de cohérence élevé*), bien que les outils dont nous disposons pour réaliser des évaluations et étayer les décisions à l'échelle locale et régionale restent très limités.

Bibliographie

- Allan, T., 2003: Virtual water – the water, food, and trade nexus: useful concept or misleading metaphor? *Water International*, **28**(1), 4-10.
- Bazilian, M., H. Rogner, M. Howells, S. Hermann, D. Arent, D. Gielen, P. Steduto, A. Mueller, P. Komor, R.S.J. Tol et K. Yumkella, 2011: Considering the energy, water and food nexus: towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, **39**(12), 7896-7906.
- Bierbaum, R. et P. Matson, 2013: Energy in the context of sustainability. *Daedalus*, **142**(1), 146-161.
- Davies, E., K. Page et J.A. Edmonds, 2013: An integrated assessment of global and regional water demands for electricity generation to 2095. *Advances in Water Resources*, **52**, 296-313, doi:10.1016/j.advwatres.2012.11.020.
- Diffenbaugh, N., T. Hertel, M. Scherer et M. Verma, 2012: Response of corn markets to climate volatility under alternative energy futures. *Nature Climate Change*, **2**, 514-518.
- Döll, P., H. Hoffmann-Dobrev, F.T. Portmann, S. Siebert, A. Eicker, M. Rodell, G. Strassberg et B. Scanlon, 2012: Impact of water withdrawals from groundwater and surface water on continental water storage variations. *Journal of Geodynamics*, **59-60**, 143-156, doi:10.1016/j.jog.2011.05.001.
- EPA, 2010: *Evaluation of Energy Conservation Measures for Wastewater Treatment Facilities*. EPA 832-R-10-005, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Wastewater Management, Washington, DC (États-Unis d'Amérique), 222 p., water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/Evaluation-of-Energy-Conservation-Measures-for-Wastewater-Treatment-Facilities.pdf.
- Gerbens-Leenes, P.W., A.R. van Lienden, A.Y. Hoekstra et Th.H. van der Meer, 2012: Biofuel scenarios in a water perspective: the global blue and green water footprint of road transport in 2030. *Global Environmental Change*, **22**(3), 764-775.
- Gerber, N., M. van Eckert et T. Breuer, 2008: *The Impacts of Biofuel Production on Food Prices: A Review*. ZEF – Discussion Papers on Development Policy, No. 127, Center for Development Research [Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF)], Bonn (Allemagne), 19 p.
- Gerten, D., H. Heinke, H. Hoff, H. Biemans, M. Fader et K. Waha, 2011: Global water availability and requirements for future food production. *Journal of Hydrometeorology*, **12**, 885-899.
- GIEC, 2011: Résumé à l'intention des décideurs. In: *Rapport spécial du GIEC sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation des effets des changements climatiques. Rapport spécial du Groupe de travail III du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)* [sous la direction de Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlmer et C. von Stechow]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York, NY (États-Unis d'Amérique), pp. 3-26.
- Jiménez-Cisneros, B., 1996: Wastewater reuse to increase soil productivity. *Water Science and Technology*, **32**(12), 173-180.
- Jiménez-Cisneros, B., 2009: 4.06 – Safe sanitation in low economic development areas. In: *Treatise on Water Science, Volume 4: Water-Quality Engineering* [sous la direction de Wilderer, P.A.]. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Academic Press, Oxford (Royaume-Uni), pp.147-200.
- Kenny, J.F., N.L. Barber, S.S. Hutson, K.S. Linsey, J.K. Lovelace et M.A. Maupin, 2009: *Estimated Use of Water in the United States in 2005*. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey (USGS) Circular 1344, USGS, Reston, VA (États-Unis d'Amérique), USA, 53 p.

- Keraita**, B., B. Jiménez et P. Drechsel, 2008: Extent and implications of agricultural reuse of untreated, partly treated and diluted wastewater in developing countries. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, **3(58)**, 15-27.
- Khan**, S. et M.A. Hanjra, 2009: Footprints of water and energy inputs in food production – global perspectives. *Food Policy*, **34**, 130-140.
- Kim**, S. et B. Dale, 2004: Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy*, **26(4)**, 361-375.
- King**, C. et M.E. Webber, 2008: Water intensity of transportation. *Environmental Science and Technology*, **42(21)**, 7866-7872.
- Lazarova**, V. et A. Bahri, 2005: *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*. CRC Press, Boca Raton, FL (États-Unis d'Amérique), 408 p.
- McKendry**, P., 2002: Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, **83(1)**, 37-46.
- Macknick**, J., R. Newmark, G. Heath, K.C. Hallett, J. Meldrum et S. Nettles-Anderson, 2012a: Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: a review of existing literature. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045802, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045802.
- Macknick**, J., S. Sattler, K. Averyt, S. Clemmer et J. Rogers, 2012b: Water implications of generating electricity: water use across the United States based on different electricity pathways through 2050. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045803, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045803.
- McCornick**, P.G., S.B. Awulachew et M. Abebe, 2008: Water-food-energy-environment synergies and tradeoffs: major issues and case studies. *Water Policy*, **10**, 23-36.
- McMahon**, J.E. et S.K. Price, 2011: Water and energy interactions. *Annual Review of Environment and Resources*, **36**, 163-191.
- Metcalf & Eddy**, Inc. an AECOM Company, T. Asano, F. Burton, H. Leverenz, R. Tsuchihashi et G. Tchobanoglous, 2007: *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. McGraw-Hill Professional, New York, NY (États-Unis d'Amérique), 1570 p.
- Oh**, S.T., J.R. Kim, G.C. Premier, T.H. Lee, C. Kim et W.T. Sloan, 2010: Sustainable wastewater treatment: how might microbial fuel cells contribute. *Biotechnology Advances*, **28(6)**, 871-881.
- Olson**, G., 2012: *Water and Energy Nexus: Threats and Opportunities*. IWA Publishing, Londres (Royaume-Uni), 294 p.
- Oron**, G., 1996: Soil as a complementary treatment component for simultaneous wastewater disposal and reuse. *Water Science and Technology*, **34(11)**, 243-252.
- Pelletier**, N., E. Audsley, S. Brodt, T. Garnett, P. Henriksson, A. Kendall, K.J. Kramer, D. Murphy, T. Nemeck et M. Troell, 2011: Energy intensity of agriculture and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*, **36**, 223-246.
- Plappally**, A.K. et J.H. Lienhard V, 2012: Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation, and disposal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **16(7)**, 4818-4848.
- Qadir**, M., D. Wichelns, L. Raschid-Sally, P. Singh Minhas, P. Drechsel, A. Bahri, P. McCornick, R. Abaidoo, F. Attia, S. El-Guindy, J.H.J. Ensink, B. Jiménez, J.W. Kijne, S. Koo-Oshima, J.D. Oster, L. Oyebande, J.A. Sagardoy et W. van der Hoek, 2007: Agricultural use of marginal-quality water – opportunities and challenges. In: *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture* [sous la direction de Molden, D.]. Earthscan Publications, Ltd., Londres (Royaume-Uni), pp. 425-458.
- Raschid-Sally**, L. et P. Jayakody, 2008: *Drivers and Characteristics of Wastewater Agriculture in Developing Countries: Results from a Global Assessment*. Rapport de recherche de l' IWMI no 127, Institut international de gestion des ressources en eau (IWMI), Colombo (Sri Lanka), 29 p.
- Redwood**, M. et F. Huibers, 2008: Wastewater irrigation in urban agriculture. In: *Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs* [sous la direction de Jiménez, B. et T. Asano]. IWA Publishing, Londres (Royaume-Uni), pp. 228-240.
- Sattler**, S., J. Macknick, D. Yates, F. Flores-Lopez, A. Lopez et J. Rogers, 2012: Linking electricity and water models to assess electricity choices at water-relevant scales. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045804, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045804.
- Schievano** A., G. D'Imporzano et F. Adani, 2009: Substituting energy crops with organic wastes and agro-industrial residues for biogas production. *Journal of Environmental Management*, **90(8)**, 2537-2541.
- Skaggs**, R., K. Hibbard, P. Frumhoff, T. Lowry, R. Middleton, R. Pate, V. Tidwell, J. Arnold, K. Averyt, A. Janetos, C. Izaurralde, J. Rice et S. Rose, 2012: *Climate and Energy-Water-Land System Interactions*. PNNL 21185, Technical Report to the US Department of Energy in support of the National Climate Assessment, Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), Richland, WA (États-Unis d'Amérique), 152 p.
- Smit**, J. et J. Nasr, 1992: Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and Urbanization*, **4(2)**, 141-152.
- van Vliet**, M.T.H., J.R. Yearsley, F. Ludwig, S. Vögele, D.P. Lettenmaier et P. Kabat, 2012: Vulnerability of US and European electricity supply to climate change. *Nature Climate Change*, **2**, 676-681.
- Wise**, M., K. Calvin, A. Thomson, L. Clarke, B. Bond-Lamberty, R. Sands, S.J. Smith, A. Janetos et J. Edmonds, 2009: Implications of limiting CO₂ concentrations for land use and energy. *Science*, **324**, 1183-1186.
- WEC**, 2010: *Water for Energy*. Conseil mondial de l'énergie (CME), Londres (Royaume-Uni), 51 p.

Il convient de citer le présent encart thématique comme suit:

Arent, D.J., P. Döll, K.M. Strzepek, B.E. Jiménez Cisneros, A. Reisinger, F.L. Tóth et T. Okj, 2014: Encart thématique – Le trinôme eau-énergie-alimentation et ses liens avec le changement climatique. In: *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, pp. 173-176.



Glossaire

Glossaire

Coprésidents du comité de rédaction:

John Agard (Trinité-et-Tobago), E. Lisa F. Schipper (Suède)

Comité de rédaction:

Joern Birkmann (Allemagne), Maximiliano Campos (Costa Rica), Carolina Dubeux (Brésil), Yukihiro Nojiri (Japon), Lennart Olsson (Suède), Balgis Osman-Elasha (Soudan), Mark Pelling (Royaume-Uni), Michael J. Prather (États-Unis d'Amérique), Marta G. Rivera-Ferre (Espagne), Oliver C. Ruppel (Namibie), Asbury Sallenger (États-Unis d'Amérique), Kirk R. Smith (États-Unis d'Amérique), Asuncion L. St. Clair (Norvège)

Collaborateurs appartenant au Service d'appui technique:

Katharine J. Mach (États-Unis d'Amérique), Michael D. Mastrandrea (États-Unis d'Amérique), T. Eren Bilir (États-Unis d'Amérique)

Accapement des terres (*land grabbing*)

Acquisitions massives de droits fonciers ou de droits relatifs à l'eau pour les besoins de l'agriculture industrielle, de projets d'atténuation ou de la production de biocarburants, qui ont des conséquences négatives pour des communautés locales et marginalisées.

Accès à l'alimentation (*access to food*)

Une des trois composantes formant la base de la sécurité alimentaire, les deux autres étant la disponibilité et l'utilisation des aliments. L'accès à l'alimentation est fonction: i) du caractère économiquement abordable des produits alimentaires (à savoir le fait de disposer de revenus ou d'autres types de ressources à échanger contre des aliments); ii) d'une répartition satisfaisante des aliments au sein du ménage ou de la société; iii) de la notion de préférence (à savoir ce que les gens veulent manger, suivant des normes socioculturelles). Voir aussi *Sécurité alimentaire*.

Acclimatation (*acclimatization*)

Changement de traits fonctionnels ou morphologiques se produisant une fois ou de façon répétée (ex. changement saisonnier) au cours de la vie d'un organisme dans son milieu naturel. En s'acclimatant, l'organisme parvient à vivre dans un milieu aux conditions variables. Pour établir une nette distinction entre les résultats obtenus en laboratoire et ceux des études sur le terrain, on emploie le terme *acclimatation* en écophysiologie pour désigner les phénomènes respectifs qu'on observe dans des cadres expérimentaux bien définis. Le terme *plasticité (adaptive)* qualifie la capacité d'un organisme à produire, en général dans une certaine limite, différents phénotypes par le processus d'acclimatation.

Acidification de l'océan (*ocean acidification*)

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

Action de faire face (*coping*)

Notion s'appliquant aux personnes, aux institutions, aux organisations et aux systèmes qui, afin d'assurer l'essentiel de leur fonctionnement à court et à moyen terme, tirent parti de leurs compétences, de leurs ressources et d'éventuelles opportunités pour réagir efficacement à des situations difficiles et pour les surmonter.¹

Actualisation (*discounting*)

Opération mathématique permettant de comparer des montants en numéraire (ou autres) reçus ou dépensés à des moments (années) différents. L'opérateur utilise un taux d'actualisation fixe ou, éventuellement, variable (> 0) d'une année à l'autre, qui fait qu'une valeur future vaut moins aujourd'hui.

Adaptabilité (*adaptability*)

Voir *Capacité d'adaptation*.

Adaptation (*adaptation*)²

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

Adaptation incrémentale Mesures d'adaptation destinées essentiellement à conserver l'essence et l'intégrité d'un système ou d'un processus à une échelle donnée.³

Adaptation transformationnelle Adaptation qui modifie les attributs fondamentaux d'un système en réponse au climat et à ses conséquences.

Voir aussi *Adaptation autonome; Adaptation évolutive; Transformation*.

Adaptation autonome (*autonomous adaptation*)

Adaptation aux conditions climatiques et à leurs effets, qui ne découle ni d'une planification explicite ni d'une démarche adoptée consciemment en réponse au changement climatique. Appelée aussi adaptation spontanée.

Adaptation (à assise) communautaire (*community-based adaptation*)

Adaptation locale, à l'initiative d'une communauté. L'adaptation à assise communautaire est axée sur la promotion de la capacité d'adaptation de groupes de population auxquels on donne les moyens d'agir. Il s'agit d'une démarche selon laquelle on considère comme atouts le contexte, la culture, les connaissances, les organes et les préférences communautaires.

Adaptation évolutive (*evolutionary adaptation*)

Pour une population ou une espèce, changement de caractéristiques fonctionnelles résultant de l'effet de la sélection naturelle sur les traits héréditaires. Les facteurs qui influent sur la vitesse à laquelle se produit une adaptation évolutive sont notamment l'intensité de la sélection, le temps de génération et le degré d'exogamie (par opposition à la consanguinité ou allogamie). Voir aussi *Adaptation*.

Adaptation fondée sur les écosystèmes (*ecosystem-based adaptation*)

Utilisation des services que rendent la biodiversité et les écosystèmes comme éléments d'une stratégie globale d'adaptation, pour aider les populations à s'adapter aux effets néfastes du changement climatique. L'adaptation fondée sur les écosystèmes tire parti de l'ensemble des opportunités favorisant la gestion durable, la conservation et la régénération des écosystèmes afin que ceux-ci fournissent des services permettant aux populations de s'adapter aux incidences du changement climatique. Elle vise à entretenir et à renforcer la résilience et à réduire la vulnérabilité des écosystèmes et des populations face aux effets néfastes du changement climatique. L'adaptation fondée sur les écosystèmes est particulièrement utile quand elle s'inscrit dans le cadre

¹ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans les publications Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies (2009) et GIEC (2012a).

² Les progrès scientifiques étant pris en compte, le champ d'application et le thème central de cette définition sont différents de ce qu'ils étaient dans le quatrième Rapport d'évaluation et d'autres rapports du GIEC.

³ Définition s'inspirant de celle qui figure dans Park et al. (2012).

plus vaste de stratégies d'adaptation et de développement (Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2009).

Agriculture de subsistance (*subsistence agriculture*)

Activités agricoles et connexes qui constituent ensemble une stratégie visant à assurer l'existence matérielle des individus et selon laquelle la plus grande partie de la production est consommée directement, une petite partie pouvant aussi être vendue au marché. Cette forme d'agriculture peut faire partie d'un ensemble d'activités de subsistance.

Amplitude diurne de la température (*diurnal temperature range*)

Différence entre les températures maximale et minimale enregistrées sur 24 heures.

Anomalie (*anomaly*)

Écart d'une variable par rapport à sa valeur moyenne établie pour une période de référence.

Anthropique (*anthropogenic*)

Fait ou causé par les activités humaines.

Approche écosystémique (*ecosystem approach*)

Stratégie de gestion intégrée des ressources pédologiques, hydriques et biologiques visant à favoriser leur conservation et leur utilisation durable de façon équitable. L'approche écosystémique est basée sur l'application de méthodes scientifiques centrées sur les niveaux d'organisation biologique, qui englobent la structure, les processus, les fonctions et les interactions essentiels des organismes et de leur milieu. Selon cette approche, les êtres humains, avec leur diversité culturelle, sont partie intégrante de nombreux écosystèmes. Cette approche nécessite une gestion adaptative permettant de prendre en compte la nature complexe et dynamique des écosystèmes et les lacunes de la connaissance ou de la compréhension de leur fonctionnement. Il s'agit avant tout de préserver la biodiversité ainsi que la structure et le fonctionnement des écosystèmes, afin de pouvoir maintenir les écoservices.⁴

Assurance, réassurance (*insurance/reinsurance*)

Famille d'instruments financiers permettant le partage et le transfert de risques au sein d'un groupe de ménages, d'entreprises et/ou de gouvernements vulnérables. Voir aussi *Transfert de risques*.

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

Intervention humaine visant à réduire les sources ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre.

Atténuation (des risques de catastrophes et des catastrophes) (*mitigation (of disaster risk and disaster)*)

Réduction des répercussions néfastes que pourraient avoir les dangers physiques (y compris ceux d'origine anthropique) par des mesures visant à réduire ces dangers, l'exposition et la vulnérabilité.

Attribution (*attribution*)

Voir *Détection et attribution*.

Avantages connexes (*ancillary benefits*)

Voir *Co-avantages*.

Besoins d'adaptation (*adaptation needs*)

Circonstances nécessitant des mesures pour garantir la sécurité des populations et des biens en réponse aux incidences du climat.

Bien public (*public good*)

Bien répondant aux deux critères de non-exclusivité et de non-rivalité, à savoir qu'il est impossible d'exclure quiconque de la consommation de ce bien et que la consommation de ce bien par un individu n'entraîne aucune réduction de la consommation des autres individus.

Biocarburant (*biofuel*)

Carburant, généralement sous forme liquide, obtenu à partir de matière organique ou d'huiles combustibles produites à partir de plantes vivantes ou récoltées depuis peu. L'alcool (bioéthanol), la liqueur noire issue de la préparation de la pâte à papier ou l'huile de soja sont des exemples de biocarburants.

Biocarburant manufacturé de première génération Les biocarburants manufacturés de première génération sont tirés de céréales, de graines oléagineuses, de matières grasses animales et d'huiles végétales usagées au moyen de technologies de conversion bien maîtrisées

Biocarburant de deuxième génération Les biocarburants de deuxième génération sont obtenus par des procédés de conversion biochimique et thermochimique non conventionnels et à partir de matières biologiques principalement tirées des fractions lignocellulosiques des résidus agricoles et forestiers, des déchets urbains solides, etc.

Biocarburant de troisième génération Les biocarburants de troisième génération seront produits à partir de matières biologiques telles que les algues ou les cultures énergétiques par des procédés perfectionnés encore au stade de la mise au point.

Ces biocarburants de deuxième et troisième génération obtenus par de nouveaux procédés sont aussi appelés biocarburants de nouvelle génération, améliorés ou obtenus au moyen de technologies de pointe.

Biodiversité (*biodiversity*)

Variabilité des organismes vivants des écosystèmes terrestres, marins ou autres. La biodiversité comprend la variabilité au niveau génétique, à celui des espèces et à celui des écosystèmes.⁵

Bioénergie (*bioenergy*)

Énergie tirée de toute forme de biomasse, notamment d'organismes morts depuis peu ou de leurs sous-produits métaboliques.

Biomasse (*biomass*)

Masse totale des organismes vivants dans un périmètre ou un volume donné; les végétaux morts peuvent être inclus en tant que biomasse morte. La combustion de la biomasse est la combustion des organismes végétaux vivants ou morts.

⁴ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans Convention sur la diversité biologique (2000), MEA (2005) et le quatrième Rapport d'évaluation.

⁵ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans les ouvrages suivants: Heywood, 1995 et MEA, 2005.

Biome (*biome*)

Élément régional majeur et bien défini de la biosphère, généralement constitué de plusieurs écosystèmes (forêts, cours d'eau, étangs, marais, etc. au sein d'une même région). Les biomes se caractérisent par des communautés végétales et animales particulières.

Biosphère (*Biosphere*)

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

Blanchissement du corail (*coral bleaching*)

Dépigmentation du corail résultant de la disparition des algues symbiotes intracellulaires, appelées zooxanthelles, et/ou de la perte de leurs pigments.

Calotte glaciaire (*ice cap*)

Masse de glace en forme de dôme, d'une superficie très inférieure à celle d'une nappe glaciaire.

Capacité d'adaptation (*adaptive capacity*)

Faculté d'ajustement des systèmes, des institutions, des êtres humains et d'autres organismes, leur permettant de se prémunir contre d'éventuels dommages, de tirer parti des opportunités ou de réagir aux conséquences.⁶

Capacité de faire face (*coping capacity*)

Aptitude des personnes, des institutions, des organisations et des systèmes à réagir efficacement à des situations difficiles et à les surmonter, à court et à moyen terme, en s'appuyant pour cela sur leurs compétences, leurs valeurs, leurs croyances, leurs ressources et d'éventuelles opportunités.⁷

Catastrophe (*disaster*)

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

Changement climatique (*climate change*)

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

fini les changements climatiques comme des «changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables». La CCNUCC établit ainsi une distinction entre les changements climatiques attribuables aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère et la variabilité du climat imputable à des causes naturelles. Voir aussi *Inertie du changement climatique; Détection et attribution*.

Changement climatique brusque (*abrupt climate change*)

Changement de grande échelle touchant le système climatique et s'étalant sur quelques décennies voire moins. Il persiste (ou est prévu de persister) durant quelques décennies au moins et provoque des bouleversements dans les systèmes humains et naturels.

Changement planétaire (*global change*)

Terme générique employé pour décrire les changements se produisant à l'échelle du globe dans des systèmes tels le système climatique, les écosystèmes ou les systèmes socio-écologiques.

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

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

Circulation thermohaline (*thermohaline circulation (THC)*)

Circulation océanique à grande échelle sous l'effet de laquelle les eaux de faible densité dans les couches supérieures de l'océan se transforment en eaux à plus forte densité dans les couches intermédiaires et profondes avant de revenir dans les couches peu profondes. Cette circulation est asymétrique, car la transformation des eaux de faible densité en eaux denses s'effectue dans des zones restreintes à des latitudes élevées, alors que le retour à la surface se caractérise par une lente remontée s'accompagnant de processus de diffusion dans des zones géographiques beaucoup plus vastes. La circulation thermohaline est engendrée par des densités élevées à la surface ou près de celle-ci, dues à des températures basses et/ou à une salinité élevée; toutefois, malgré son nom suggestif, bien que commun, elle est également régie par des forces mécaniques telles que le vent et les marées. L'expression circulation thermohaline est souvent utilisée comme synonyme de *Circulation méridienne océanique*.

⁶ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans les rapports précédents du GIEC et dans MEA, 2005.

⁷ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies (2009) et GIEC (2012a).

Climat (*climate*)

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

CMIP3 et CMIP5 (*CMIP3 and CMIP5*)

Troisième et cinquième phases du Projet de comparaison de modèles couplés, pendant lesquelles ont été coordonnées et archivées des simulations par des modèles de climat, sur la base de données de modèles partagées, par des groupes de simulation du monde entier. Les jeux de données multimodèles CMIP3 comprennent des projections établies à partir des scénarios SRES. Les jeux de données CMIP5 comprennent des projections fondées sur les profils représentatifs d'évolution de concentration.

Co-avantages (*co-benefits*)

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

Composés organiques volatils (COV) (*volatile Organic Compounds (VOCs)*)

Les COV forment un groupe important de substances chimiques organiques contribuant à la pollution atmosphérique et ayant la propriété de se volatiliser dans l'air ambiant. D'autres termes servent à désigner les COV: hydrocarbures (HC), gaz organiques réactifs et composés organiques volatils non méthaniques (COVNM). Les COVNM contribuent en grande partie (avec les NOx et le CO) à la formation d'oxydants photochimiques, tel l'ozone.

Conditions météorologiques propices aux incendies (*fire weather*)

Conditions météorologiques propices à l'éclosion et à la propagation de feux de forêt; elles sont en général déterminées par un ensemble d'indicateurs et des combinaisons d'indicateurs qui comprennent la température, l'humidité du sol et le vent. Parmi ces indicateurs, il n'est pas tenu compte de la présence ou non de biomasse combustible.

Confiance (*confidence*)

Validité d'un résultat, selon la nature, la quantité, la qualité et la cohérence des éléments correspondants (compréhension mécaniste, théorie, données, modèles, avis d'experts, etc.) et selon le niveau d'accord sur ce résultat. Elle s'exprime en termes qualitatifs (Mastrandrea et al., 2010). Voir l'encadré 1.1. Voir aussi *Incertitude*.

Connaissances traditionnelles (*traditional knowledge*)

Connaissances, innovations et pratiques autochtones et locales, partout dans le monde, profondément ancrées dans l'histoire et l'expérience passée des communautés. Les connaissances traditionnelles sont dynamiques, car elles s'adaptent aux bouleversements culturels et environnementaux et incorporent aussi d'autres formes de connais-

sances et de points de vue. En général, elles se transmettent oralement d'une génération à l'autre. L'expression est souvent synonyme de connaissances autochtones, connaissances locales ou connaissances écologiques traditionnelles.

Constriction côtière (*coastal squeeze*)

Constriction d'écosystèmes et du cadre naturel côtiers (plages, marais salants, mangroves, marécages boueux ou sablonneux, etc.), entre un rivage qui gagne vers les terres (en raison de l'élévation du niveau des mers et/ou de l'érosion) et des côtes naturellement ou artificiellement fixées, notamment par des ouvrages en dur (digues, etc.), pouvant conduire à leur disparition.

Contrainte pesant sur l'adaptation (*adaptation constraint*)

Facteurs rendant relativement difficiles la planification et la mise en place de mesures d'adaptation ou qui restreignent les possibilités d'adaptation.

Convection (*convection*)

Mouvement vertical engendré par des forces de flottabilité dues à l'instabilité statique, généralement provoqué par un refroidissement à proximité de la surface ou par un accroissement de la salinité dans le cas d'un océan ou par un échauffement à proximité de la surface ou le refroidissement radiatif du sommet d'un nuage dans le cas de l'atmosphère. Dans l'atmosphère, la convection donne naissance aux cumulus et à des précipitations; ainsi piège-t-elle efficacement les constituants chimiques qu'elle transporte verticalement. Dans les océans, la convection entraîne les eaux de surface jusque dans les profondeurs.

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) (*United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*)

Convention adoptée le 9 mai 1992 à New York et signée par plus de 150 pays et par la Communauté européenne lors du Sommet Planète Terre, qui s'est tenu à Rio de Janeiro en 1992. Son objectif ultime est de «stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique». Elle contient des engagements pour toutes les Parties. Conformément à la Convention, les Parties citées dans l'annexe I (tous les pays de l'OCDE et les pays en transition vers une économie de marché) doivent s'employer à ramener en 2000 les émissions de gaz à effet de serre non réglementées par le Protocole de Montréal à leur niveau de 1990. La Convention est entrée en vigueur en mars 1994. En 1997, les Parties de la CCNUCC ont adopté le Protocole de Kyoto.

Coûts d'opportunité (*opportunity costs*)

Gain découlant du renoncement à une activité économique au profit d'une autre.

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

Valeur nette actuelle des dommages (leur gravité étant exprimée par une valeur positive) que l'émission d'une tonne supplémentaire de carbone sous la forme de CO₂ fait subir au climat, subordonnée à la trajectoire mondiale de référence suivie concernant l'atténuation du changement climatique, tenant compte des émissions associées.

Cryosphère (*cryosphere*)

Totalité de l'eau se présentant sous une forme solide, à la surface et

sous la surface des terres émergées et des océans, comprenant les glaces en mer, les glaces de lac, les glaces de cours d'eau, le manteau neigeux, les glaciers et les nappes glaciaires, et la couche de sol gelé (incluant le pergélisol).

Cycle de l'eau (*water cycle*)

Voir *Cycle hydrologique*.

Cycle du carbone (*carbon cycle*)

Expression utilisée pour désigner le flux de carbone (sous diverses formes telles que le dioxyde de carbone) dans l'atmosphère, les océans, la biosphère terrestre et marine et la lithosphère. Dans le présent rapport, on utilise comme unité de référence la gigatonne de carbone (GtC) ou le pétagramme de carbone (PgC soit 10^{15} g), pour le cycle global du carbone.

Cycle hydrologique (*hydrological cycle*)

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

Cyclone tropical (*tropical cyclone*)

Forte dépression d'échelle cyclonique prenant naissance au-dessus des eaux tropicales. Elle se distingue de systèmes plus faibles (souvent appelés dépressions ou perturbations tropicales) par le fait qu'une valeur seuil de la vitesse du vent est dépassée. Ainsi parle-t-on de tempête tropicale lorsque la moyenne sur une minute du vent en surface atteint entre 18 et 32 m s⁻¹. Au-delà de 32 m s⁻¹, le cyclone tropical est appelé ouragan, typhon ou cyclone selon la région où il se produit.

Danger (*hazard*)

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

Déboisement (*deforestation*)

Conversion d'une forêt en zone non forestière. Le rapport spécial du GIEC portant sur l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000) propose une analyse détaillée du terme forêt et de termes apparentés tels que *boisement*, *reboisement* ou *déboisement*. Voir aussi le rapport qui traite des définitions et options méthodologiques en ce qui concerne les inventaires des émissions résultant de la dégradation des forêts et de la disparition d'autres types de végétaux directement liées aux activités humaines (GIEC, 2003).

Décarbonisation (*decarbonization*)

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

Déficit d'adaptation (*adaptation deficit*)

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

Dépendance à l'égard du chemin parcouru (*path dependence*)

Type de situation dans laquelle des contraintes pèsent sur des mesures ou options d'adaptation, d'atténuation ou autres, en raison de décisions, d'événements ou de résultats intervenus antérieurement.

Dépression extratropicale (*extratropical cyclone*)

Système dépressionnaire de grande échelle (de l'ordre d'un millier de kilomètres) des latitudes moyennes à élevées, caractérisé par une faible pression en son centre et des fronts marqués par des gradients horizontaux élevés de la température et de l'humidité. Ces systèmes sont une cause principale de vents extrêmes et de fortes précipitations, surtout en hiver.

Dernier maximum glaciaire (DMG) (*last Glacial Maximum (LGM)*)

Période d'étendue maximale des glaciers et des nappes glaciaires pendant la dernière glaciation, il y a environ 21 ka. Cette période a pu être étudiée de façon approfondie parce que les forçages radiatifs et les conditions limites qui la caractérisent sont relativement bien connus.

Descente (ou réduction) d'échelle (*downscaling*)

Méthode permettant d'obtenir des informations à l'échelle locale ou régionale (10 à 100 km) à partir de modèles ou d'analyses de données à plus grande échelle. Il existe deux grandes méthodes de descente d'échelle: la *descente d'échelle dynamique* et la *descente d'échelle empirique ou statistique*. La méthode dynamique utilise les données de sortie de modèles climatiques régionaux, de modèles mondiaux à résolution spatiale variable ou de modèles mondiaux à haute résolution. La méthode empirique ou statistique établit des relations statistiques entre les variables atmosphériques à grande échelle et les variables climatiques locales ou régionales. Dans tous les cas, la qualité des résultats de la descente d'échelle dépend en grande partie de la qualité du modèle guide utilisé.

Désertification (*desertification*)

Dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches due à divers facteurs, dont les variations du climat et l'activité humaine. La dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches désigne la diminution ou la disparition de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâturages, des forêts ou des surfaces boisées du fait de l'utilisation des terres ou d'un ou de plusieurs phénomènes, notamment de phénomènes dus à l'activité de l'homme et à ses modes de peuplement, tels que: i) l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau; ii) la détérioration des propriétés physiques, chimiques, biologiques ou économiques des sols; et iii) la disparition à long terme de la végétation naturelle (Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, 1994).

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

Pour un système naturel, humain ou administré, identification d'un changement par rapport à une référence précise. Cette référence définit un comportement en l'absence de changement climatique et peut être stationnaire ou non (ex.: changement d'affectation des terres).

Détection et attribution (*detection and attribution*)

La détection d'un changement est le processus consistant à démontrer que le climat ou un système sous l'effet du climat a changé selon certains critères statistiquement définis, sans donner la raison de ce changement. Un changement déterminé est détecté dans les observations s'il est établi que sa probabilité d'occurrence par un hasard découlant uniquement de la variabilité interne est faible – inférieure à 10 % par exemple. L'attribution est le processus consistant à évaluer les contributions relatives des différents facteurs déterminants d'un changement ou d'un phénomène, en précisant un degré de confiance statistique (Hegerl *et al.*, 2009).

Développement durable (*sustainable development*)

Développement qui répond aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. (Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987).

Dilatation thermique (*thermal expansion*)

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

Dioxyde de carbone (CO₂) (*carbon dioxide (CO₂)*)

Gaz d'origine naturelle ou résultant de la combustion des combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon, etc.) et de la biomasse ainsi que des changements d'affectation des terres et d'autres procédés industriels (ex.: production de ciment). C'est le principal gaz à effet de serre anthropique qui influe sur le bilan radiatif de la Terre. C'est aussi le gaz de référence pour la mesure des autres gaz à effet de serre, dont le potentiel de réchauffement global est donc égal à 1.

Dipôle de l'océan Indien (*Indian Ocean Dipole (IOD)*)

Mode de variabilité interannuelle de la température de la mer en surface à grande échelle dans l'océan Indien. Il se manifeste par un gradient zonal de la température de la mer en surface dans la région tropicale, qui, suivant une de ses phases extrêmes, se caractérise au cours de l'automne boréal par un refroidissement au large de Sumatra et un réchauffement au large de la Somalie à l'ouest, accompagnés par des vents d'est anormaux le long de l'équateur.

Données indirectes (*proxy*)

Un indicateur climatique indirect est un relevé qui est interprété selon des principes physiques et biophysiques afin de représenter certaines combinaisons de variations relatives au climat survenues dans le passé. Les données relatives au climat obtenues de cette manière sont appelées données indirectes. L'analyse de pollen, les relevés dendrochronologiques, les spéléothèmes, les caractéristiques des coraux et diverses données obtenues à partir des sédiments marins et des carottes de

glace sont des exemples de données indirectes. Il est possible de procéder à un étalonnage des données indirectes pour obtenir une information quantitative sur le climat.

Durabilité (*sustainability*)

Processus dynamique qui garantit la persistance de systèmes naturels et humains en toute équité.

Économie informelle ou secteur informel (*informal sector*)

Entreprises commerciales (petites pour la plupart) qui ne sont pas enregistrées ou qui échappent à la réglementation officielle en vigueur. Parmi les activités qui constituent le secteur informel, on constate une grande diversité en ce qui concerne la valeur des biens et des services produits, le nombre des employés, le degré d'illégalité et le lien avec le secteur formel. Beaucoup d'entreprises informelles présentent des caractéristiques d'entreprises du secteur formel et on distingue dans le secteur formel des emplois informels dans le sens que les personnes qui occupent ceux-ci ne bénéficient pas de la protection de la loi ou des avantages sociaux.

Écoservices (*ecosystem services*)

Processus ou fonctions écologiques qui présentent un intérêt, pécuniaire ou non, pour des individus ou pour une société dans son ensemble. On distingue souvent: i) les services de soutien tels que le maintien de la productivité ou de la biodiversité; ii) les services d'approvisionnement, par exemple en aliments, en fibres ou en poisson; iii) les services de régulation tels que la régulation climatique ou la séquestration du carbone; et iv) les services culturels tels que le tourisme ou les activités de caractère spirituel et esthétique.

Écosystème (*ecosystem*)

Complexe constitué d'organismes vivants, de leur milieu non vivant et de l'ensemble de leurs interactions, considéré en tant qu'unité fonctionnelle. Les composantes d'un écosystème donné et ses limites spatiales sont fonction de l'objet pour lequel l'écosystème est défini: dans certains cas, elles sont relativement précises et dans d'autres, relativement floues. Les limites d'un écosystème peuvent évoluer avec le temps. Des écosystèmes se nichent au sein d'autres écosystèmes; ils peuvent être très petits ou représenter l'ensemble de la biosphère. Au cours de la période actuelle, la plupart des écosystèmes comprennent l'être humain en tant qu'organisme clé ou subissent l'influence des activités humaines dans leur milieu.

Effet de serre (*greenhouse effect*)

L'effet radiatif de tous les constituants de l'atmosphère qui absorbent le rayonnement infrarouge. Les gaz à effet de serre, les nuages et, dans une moindre mesure, les aérosols absorbent le rayonnement terrestre émis à la surface de la Terre et dans l'atmosphère. Ces constituants émettent un rayonnement infrarouge dans toutes les directions, mais, toutes choses étant égales par ailleurs, la quantité nette de rayonnement émis vers l'espace est alors inférieure que ce qu'elle aurait pu être en l'absence de ces constituants, compte tenu de la baisse de la température avec l'altitude dans la troposphère et de l'affaiblissement de l'émission qui en découle. L'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre accroît cet effet; on fait parfois référence à cette différence en utilisant l'expression effet de serre additionnel. L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre découlant d'émissions anthropiques se traduit par un forçage radiatif instantané. La surface

terrestre et la troposphère se réchauffent en réponse à ce forçage, rétablissant graduellement l'équilibre radiatif au sommet de l'atmosphère.

Effets cumulés (*aggregate impacts*)

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

Élévation extrême du niveau de la mer (*extreme sea level*)

Voir *Onde de tempête*.

El Niño-oscillation australe (ENSO) (*El Niño-Southern Oscillation (ENSO)*)

El Niño, au sens original du terme, est un courant marin chaud qui se manifeste périodiquement le long de la côte de l'Équateur et du Pérou, perturbant la pêche locale. Il a depuis lors été associé à une vaste zone de réchauffement située dans la partie tropicale de l'océan Pacifique, à l'est de la ligne de changement de date. Ce phénomène océanique est lié à une fluctuation de la configuration de la pression en surface dans les zones tropicales et subtropicales, dénommée oscillation australe. Ce phénomène couplé atmosphère-océan se produit à des échelles de temps de 2 à 7 ans environ; il est connu sous le nom d'El Niño-oscillation australe (ENSO). Il est souvent mesuré par l'écart des anomalies de pression en surface entre Darwin et Tahiti ou par les valeurs de la température de la mer en surface au centre et à l'est du Pacifique équatorial. Lors d'un épisode ENSO, les alizés dominants faiblissent, réduisant les remontées d'eau froide et modifiant les courants océaniques de telle sorte que la température de la mer en surface augmente, ce qui a pour effet d'affaiblir encore plus les alizés. Ce phénomène exerce une grande influence sur le vent, la température de la mer en surface et les précipitations dans la partie tropicale du Pacifique. Il a également des répercussions climatiques dans toute la région du Pacifique et dans d'autres régions du monde, par des téléconnexions à l'échelle de la planète. La phase froide du phénomène ENSO est appelée La Niña. Voir les indices correspondants dans l'encadré 2.5 (cinquième Rapport d'évaluation, Groupe de travail I).

Émissions anthropiques (*anthropogenic emissions*)

Émissions de gaz à effet de serre, de précurseurs de gaz à effet de serre et d'aérosols dues aux activités humaines. Au nombre de ces activités figurent l'utilisation de combustibles fossiles, le déboisement, les changements d'affectation des terres, la production animale, la fertilisation, la gestion des déchets et les processus industriels.

Ensemble (*ensemble*)

Groupe de simulations effectuées à l'aide de modèles, utilisé pour établir les caractéristiques d'une prévision ou d'une projection climatique. Les différences touchant les conditions initiales et la formulation des modèles se traduisent par des écarts dans l'évolution des systèmes modélisés; ainsi obtient-on des informations sur l'incertitude associée aux erreurs propres aux modèles et aux conditions initiales, dans le cas des prévisions climatiques, et sur l'incertitude associée aux erreurs propres aux modèles et à la variabilité du climat d'origine interne, dans le cas des projections climatiques.

Espèces envahissantes, espèces exotiques envahissantes (*invasive species / invasive alien species (IAS)*)

Une espèce introduite hors de son aire de répartition naturelle, passée ou présente, (c'est-à-dire une espèce exotique) qui s'établit dans des écosystèmes ou habitats naturels ou semi-naturels est un agent de changement et menace la diversité biologique indigène (Union internationale pour la conservation de la nature, 2000; Convention sur la diversité biologique, 2002).

Établissement humain informel (*informal settlement*)

Établissements ou quartiers qui, selon au moins un des critères qui les définissent, échappent à la réglementation officielle en vigueur. La plupart des établissements humains informels se distinguent par de mauvaises conditions de logement (habitations surtout construites à l'aide de matériaux de fortune), un foncier occupé illégalement et un niveau de surpeuplement élevé. Dans la plupart, les infrastructures et les services de base y sont insuffisants, voire inexistant, notamment l'alimentation en eau salubre, l'assainissement, le drainage ou des voies carrossables. Les établissements informels sont souvent appelés *bidonvilles*, ce qui prête à confusion, car bon nombre d'établissements informels sont construits dans des quartiers propres à une habitation de bonne qualité, en particulier quand les pouvoirs publics appuient leur aménagement.

Eutrophisation (*eutrophication*)

Enrichissement excessif de l'eau en éléments nutritifs, notamment l'azote et le phosphore. C'est une des causes principales de la dégradation de la qualité de l'eau. Les deux symptômes les plus aigus de l'eutrophisation sont l'hypoxie (ou appauvrissement en oxygène) et la prolifération d'algues toxiques. Voir aussi *Zones mortes*.

Évaluation de l'adaptation (*adaptation assessment*)

Détermination des options envisageables en matière d'adaptation au changement climatique et évaluation de ces options en fonction de critères tels que la disponibilité, les avantages, les coûts, l'efficacité, l'efficience et la faisabilité.

Évaluation des incidences (du changement climatique) (*climate change Impact assessment*)

Processus consistant à déceler et à évaluer les effets du changement climatique sur les systèmes naturels ou les systèmes humains en termes financiers ou non-financiers.

Évaluation des risques (*risk assessment*)

Estimation scientifique des risques sur le plan qualitatif et/ou quantitatif.

Évaluation intégrée (*integrated assessment*)

Méthode d'analyse qui combine en un ensemble cohérent les résultats et modèles propres aux sciences physiques, biologiques, économiques et sociales ainsi que les interactions de ces divers éléments, de façon à pouvoir évaluer l'ampleur et les conséquences des changements environnementaux de même que les mesures prises pour y remédier.

Événements hypoxiques (*hypoxic events*)

Événements qui entraînent un déficit en oxygène dans les masses d'eau. Voir aussi *Zones mortes*; *Eutrophisation*.

Exposition (*exposure*)

Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de ressources et de services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu susceptible de subir des dommages.

Externalité, coûts externes et avantages externes (*externalities / external costs / external benefits*)

L'externalité résulte d'une activité humaine, lorsque le responsable de l'activité en question ne tient pas totalement compte des effets de celle-ci sur les possibilités de production et de consommation d'autrui et qu'il n'existe aucune forme de compensation pour ces effets. Lorsque les effets sont négatifs, on parle de coûts externes, et lorsqu'ils sont positifs, d'avantages externes.

Extrême climatique (phénomène météorologique ou climatique extrême) (*climate extreme (extreme weather or climate event)*)

Voir *Phénomène météorologique extrême*.

Facteur (déterminant) climatique (*climatic driver (climate driver)*)

Élément du système climatique dont le changement influe sur une composante d'un système humain ou naturel.

Facteur (déterminant) non climatique (*non-climatic driver (non-climate driver)*)

Agent ou processus hors système climatique ayant une influence sur un système humain ou naturel.

Facteurs de perturbation (*stressors*)

Phénomènes et tendances, n'ayant souvent pas de lien avec le climat, qui ont un effet important sur le système exposé et peuvent accroître la vulnérabilité aux risques liés au climat.

Famine (*famine*)

Manque de nourriture touchant une vaste région géographique, notamment un pays, sur une période prolongée ou manque d'accès à la nourriture pour des raisons socio-économiques, politiques ou culturelles. Les famines peuvent être causées par des phénomènes extrêmes d'origine climatique, tels que les sécheresses ou les crues, et par des maladies, des guerres ou d'autres facteurs.

Fertilisation par le dioxyde de carbone (CO₂) (*carbon dioxide (CO₂) fertilization*)

Stimulation de la croissance des végétaux due à l'augmentation de la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone (CO₂).

Fonction de densité de probabilité (FDP) (*probability Density Function (PDF)*)

Fonction qui indique les probabilités relatives d'occurrence de différents résultats d'une variable. Son intégrale dans le domaine pour lequel elle est définie est égale à l'unité et elle se distingue par le fait que l'intégrale pour un sous-domaine donné est égale à la probabilité que le résultat de la variable se situe dans ce sous-domaine. Par exemple, la probabilité qu'une anomalie de température définie d'une certaine façon soit supérieure à 0 est obtenue à partir de sa FDP, en intégrant la FDP à toutes les anomalies de température supérieures à 0. Les fonctions de densité de probabilité décrivant simultanément deux variables ou plus sont définies de la même façon.

Forçage externe (*external forcing*)

Se rapporte à un agent de forçage extérieur au système climatique qui provoque un changement dans ce dernier. Les éruptions volcaniques, les variations de l'activité solaire, les changements anthropiques de la composition de l'atmosphère ainsi que les changements d'affectation des terres sont des forçages externes. Le forçage orbital est également un forçage externe, l'insolation variant en fonction des caractéristiques de l'orbite de la Terre (excentricité, obliquité, précession des équinoxes).

Forçage radiatif (*radiative forcing*)

Variation de l'éclairement énergétique résultant (différence entre l'éclairement descendant et l'éclairement ascendant, exprimée en W m⁻²), à la tropopause ou au sommet de l'atmosphère, due à une modification d'un agent externe du changement climatique, par exemple une modification de la concentration de dioxyde de carbone ou du rayonnement solaire. Parfois encore, on parle de forçage en se référant à des facteurs internes, alors que ceux-ci découlent de l'altération du climat, notamment les variations touchant les aérosols ou les gaz à effet de serre dans les paléoclimats. D'ordinaire, on calcule le forçage radiatif après avoir laissé les températures stratosphériques éventuellement perturbées se réajuster à l'équilibre radiatif-dynamique, en maintenant toutefois toutes les propriétés troposphériques à leurs valeurs non perturbées. Le forçage radiatif est dit *instantané* si on ne tient pas compte du changement de température dans la stratosphère. Une fois les ajustements rapides pris en compte, on parle alors de *forçage radiatif effectif*. Pour les besoins du présent rapport, le forçage radiatif est en outre défini comme le changement par rapport à l'année 1750 et, sauf indication contraire, se rapporte à une valeur moyenne annuelle à l'échelle du globe. Le forçage radiatif ne doit pas être confondu avec le *forçage radiatif dû aux nuages*, expression analogue servant à décrire une mesure, sans réel rapport, de l'incidence des nuages sur l'éclairement énergétique au sommet de l'atmosphère.

Gaz à effet de serre (GES) (*greenhouse gas (GHG)*)

Constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, qui absorbent et émettent un rayonnement à des longueurs d'onde données du spectre du rayonnement terrestre émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages. C'est cette propriété qui est à l'origine de l'effet de serre. La vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), l'oxyde nitreux (N₂O), le méthane (CH₄) et l'ozone (O₃) sont les principaux gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère terrestre. Il existe également des gaz à effet de serre résultant uniquement des activités humaines, tels que les hydrocarbures halogénés et autres substances contenant du chlore et du brome, dont traite le Protocole de Montréal. Outre le CO₂, le N₂O et le CH₄, le Protocole de Kyoto traite, quant à lui, d'autres gaz à effet de serre tels que l'hexafluorure de soufre (SF₆), les hydrofluorocarbones (HFC) et les hydrocarbures perfluorés (PFC). Le tableau 2.A.1 (cinquième Rapport d'évaluation, Groupe de travail I) fournit une liste des gaz à effet de serre au mélange homogène.

Géo-ingénierie (*geoengineering*)

Terme qui se rapporte à un vaste ensemble de méthodes et de techniques visant à modifier délibérément le système climatique pour lutter contre les effets du changement climatique. Dans la plupart des cas, mais pas dans tous, ces méthodes visent à a) réduire la quantité d'énergie solaire absorbée par le système climatique (gestion du rayonnement solaire)

ou b) augmenter la capacité nette des puits de carbone atmosphérique à une échelle suffisamment grande pour avoir un effet sur le climat (élimination du dioxyde de carbone). L'échelle et le but ont une importance capitale. Deux caractéristiques essentielles des méthodes de géo-ingénierie suscitent des inquiétudes particulières: elles utilisent ou touchent le système climatique (ex.: atmosphère, terres émergées ou océans), à l'échelle mondiale ou régionale et/ou elles pourraient avoir des effets considérables indésirables au-delà des frontières nationales. La géo-ingénierie est différente de la modification artificielle du temps et du génie écologique, mais la distinction peut ne pas être claire (GIEC, 2012b, p. 2).

Gestion adaptative (*adaptive management*)

Processus de planification, de mise en œuvre et d'amendement de stratégies, par approximations successives, permettant de gérer les ressources dans un contexte d'incertitude et de changement. La gestion adaptative consiste à ajuster les méthodes employées en fonction des effets et des changements observés que subit un système, qui découlent des effets de rétroaction résultants et d'autres variables.

Gestion des catastrophes (*disaster management*)

Processus sociaux visant à élaborer, mettre en œuvre et évaluer des stratégies, politiques et mesures destinées à promouvoir et à améliorer la préparation aux catastrophes, les réponses à y apporter et le rétablissement postérieur, à différents niveaux organisationnels et sociétaux.

Gestion des risques (*risk management*)

Plans, mesures ou politiques mis en œuvre pour réduire la probabilité et/ou les conséquences des risques ou pour répondre aux conséquences.

Gestion des risques de catastrophes (*disaster risk management (DRM)*)

Action d'élaborer, de mettre en œuvre et d'évaluer des stratégies, politiques et mesures destinées à mieux comprendre les risques de catastrophes, à favoriser la réduction et le transfert de ces risques et à promouvoir l'amélioration constante de la préparation à une catastrophe, des réponses à y apporter et du rétablissement postérieur, dans le but explicite de renforcer la protection des personnes, leur bien-être, la qualité de vie et le développement durable.

Gestion intégrée des zones côtières (*integrated coastal zone management (ICZM)*)

Approche intégrée en faveur d'une gestion durable des zones côtières, prenant en compte tous les habitats et toutes les utilisations.

Gouvernance en matière de climat (*climate governance*)

Mécanismes et mesures visant délibérément à conduire les systèmes sociaux vers la prévention et l'atténuation des risques que pose le changement climatique ou vers l'adaptation à ces risques (Jagers et Striiple, 2003).

Hauteur significative des vagues (*significant wave height*)

Hauteur moyenne, du creux à la crête, du tiers le plus élevé de toutes les vagues (mer du vent et houle) enregistrées sur une période de temps donnée.

Îlot de chaleur urbain (*urban heat island*)

Zone urbaine où la température ambiante est supérieure à celle des zones rurales environnantes et où l'on observe également des changements dans l'écoulement, des effets de rétention de chaleur et des modifications de l'albédo de surface.

Incertitude (*uncertainty*)

Degré de connaissance incomplète pouvant découler d'un manque d'information ou d'un désaccord sur ce qui est connu, voire connaissable. L'incertitude peut avoir des origines diverses et résulter ainsi d'une imprécision dans les données, d'une ambiguïté dans la définition des concepts ou de la terminologie employés ou encore de projections incertaines du comportement humain. L'incertitude peut donc être représentée par des mesures quantitatives (ex.: une fonction de densité de probabilité) ou par des énoncés qualitatifs (reflétant par exemple l'opinion d'une équipe d'experts). (Voir Moss et Schneider, 2000; Manning *et al.*, 2004; Mastrandrea *et al.*, 2010.) Voir aussi *Confiance; Probabilité*.

Incidences (conséquences, impacts)⁸ (*impacts (Consequences, Outcomes)*)

Effets sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent rapport, le terme est employé principalement pour désigner les effets, sur les systèmes naturels et humains, des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et des changements climatiques. Il s'agit en général des effets sur les personnes, les modes de subsistance, la santé, les écosystèmes, le patrimoine économique, social et culturel, les services (y compris les services environnementaux) et les infrastructures, compte tenu de leurs interactions avec les changements climatiques ou les phénomènes climatiques dangereux qui se produisent au cours d'une période donnée, et de la vulnérabilité de la société ou du système exposé. Dans ce sens, on emploie aussi les termes *conséquences* ou *impacts*. Les incidences des changements climatiques sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble d'incidences appelées impacts physiques.

Incidences culturelles (*cultural impacts*)

Incidences sur les éléments matériels et écologiques de la culture et sur le vécu de la culture, y compris des dimensions telles que l'identité, la cohésion communautaire, le sentiment d'appartenance à la communauté et au lieu, la vision du monde, les valeurs, la manière de voir les choses et les traditions. Les incidences culturelles sont étroitement liées aux impacts écologiques, particulièrement en ce qui concerne les dimensions emblématiques et représentatives des espèces et des paysages. La culture et les pratiques culturelles définissent l'importance et la portée des incidences du changement, conditionnent la faisabilité et le caractère acceptable des options d'adaptation, et déterminent les compétences et les pratiques qui permettent l'adaptation.

Indice de vulnérabilité (*vulnerability index*)

Métrique qui établit les caractéristiques de la vulnérabilité d'un système. Pour obtenir un indice de vulnérabilité au changement climatique, on combine en règle générale, avec ou sans pondération, plusieurs indicateurs censés représenter la vulnérabilité.

⁸ Les progrès scientifiques étant pris en compte, le champ d'application et le thème central de cette définition sont différents de ce qu'ils étaient dans le quatrième Rapport d'évaluation et d'autres rapports du GIEC.

Inertie du changement climatique (*climate change commitment*)

En raison de l'inertie thermique des océans et de la lenteur des processus propres à la cryosphère et aux terres émergées, le climat continuerait de changer même si la composition de l'atmosphère se maintenait aux valeurs observées aujourd'hui. L'évolution passée de la composition de l'atmosphère se traduit par un changement climatique engagé qui durera tant que le déséquilibre radiatif persistera et jusqu'à ce que toutes les composantes du système climatique se soient ajustées à ce nouvel état. Le changement de température qui interviendra après que la composition de l'atmosphère aura été maintenue constante est désigné sous l'appellation inertie thermique à composition constante ou simplement réchauffement engagé ou inertie du réchauffement. L'inertie du changement climatique entraînera également d'autres changements qui toucheront notamment le cycle hydrologique, les phénomènes météorologiques extrêmes, les phénomènes climatiques extrêmes et les variations du niveau de la mer. On parlera d'inertie pour des émissions constantes pour désigner le changement climatique inertiel qui résulterait d'une stabilisation des émissions anthropiques et d'inertie pour des émissions nulles pour désigner le changement climatique inertiel qui résulterait d'un arrêt de ces émissions. Voir aussi *Changement climatique*.

Inondation (*flood*)

Submersion par l'eau débordant du lit normal d'un cours d'eau ou d'autres masses d'eau, ou accumulation d'eau sur des zones qui ne sont pas normalement submergées. On englobe sous ce terme les crues fluviales, les crues éclairs, les crues en milieu urbain, les inondations pluviales, les débordements d'égouts, les inondations côtières et les crues de rupture de lacs glaciaires.

Institutions (*institutions*)

Règles et normes communes aux acteurs sociaux qui orientent et structurent les interactions humaines et en établissent les limites. Les institutions peuvent être officielles, notamment les lois ou les politiques, ou pas, notamment les normes ou les conventions. Les organisations – parlements, organes de réglementation, sociétés privées et organismes communautaires – sont créées et agissent en fonction des cadres institutionnels et des dispositifs d'incitation qui en découlent. Pour orienter et structurer les interactions humaines et en établir les limites, les institutions agissent par l'intermédiaire de contrôles directs, de mesures d'incitation et de processus de socialisation.

Intrusion ou invasion d'eau salée (*salt-water intrusion / encroachment*)

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

La Niña (*La Niña*)

Voir *El Niño-oscillation australe*.

Limite de l'adaptation (*Adaptation limit*)

Point à partir duquel il sera impossible d'atteindre les objectifs fixés par un acteur (ou de satisfaire les besoins d'un système) par des mesures d'adaptation compte tenu de risques intolérables.

Limite stricte de l'adaptation Aucune mesure d'adaptation ne peut être appliquée permettant d'éviter des risques intolérables.

Limite souple de l'adaptation On ne dispose pas actuellement de solutions permettant d'éviter les risques intolérables par des mesures d'adaptation.

Limite des arbres (*tree line*)

Limite au-delà de laquelle les arbres ne poussent plus dans les montagnes ou à des latitudes élevées. Cette limite se trouve à une altitude plus élevée ou plus près des pôles que la limite de la forêt.

Maladaptation (*maladaptive actions (or maladaptation)*)

Mesures d'adaptation inadéquates pouvant conduire à une augmentation du risque de conséquences néfastes associées au climat, à une augmentation de la vulnérabilité aux changements climatiques ou à une dégradation des conditions de vie, à présent ou dans le futur.

Mécanisme de développement propre (MDP) (*Clean Development Mechanism (CDM)*)

Mécanisme défini dans l'article 12 du Protocole de Kyoto, qui permet aux investisseurs (pouvoirs publics ou sociétés privées) des pays développés (visés à l'annexe B) de financer des projets de réduction ou de suppression des émissions de gaz à effet de serre dans des pays en développement (non visés à l'annexe B) et de recevoir pour ce faire des unités de réduction certifiées des émissions, que les pays développés concernés peuvent créditer au titre de leurs engagements en la matière. Le MDP vise à faciliter l'atteinte des deux objectifs qui consistent à promouvoir le développement durable dans les pays en développement et à permettre aux pays industrialisés d'atteindre leurs engagements de réduction des émissions de manière économique et efficace.

Microclimat (*microclimate*)

Climat local à la surface ou à proximité de la surface de la Terre. Voir aussi Climat.

Migration environnementale (*environmental migration*)

Les migrations humaines sous-entendent un déplacement sur une distance et une durée importantes. Par migrations environnementales, on entend des migrations humaines dont la décision et la destination sont fortement influencées par des risques ou des changements environnementaux. On peut distinguer divers types de migrations: des déplacements involontaires et temporaires, directement causés par des catastrophes d'origine météorologique; des réinstallations volontaires, car la vie devient de plus en plus difficile dans certains habitats et certaines économies; ou des réinstallations planifiées, encouragées par des actions ou des incitations gouvernementales. Dans tous les cas, la décision d'émigrer repose sur des causes multiples si bien qu'il n'est pas pertinent d'attribuer un flux migratoire uniquement à des raisons environnementales.

Mode annulaire austral (SAM) (*southern Annular Mode (SAM)*)

Mode de variabilité principal de l'altitude géopotentielle dans l'hémisphère austral, associé à des changements de latitude du courant-jet de latitude moyenne. Voir l'indice relatif au SAM, encadré 2.5 (cinquième Rapport d'évaluation, Groupe de travail I).

Mode de variabilité climatique (*mode of climate variability*)

Structure spatio-temporelle sous-jacente privilégiant une configuration spatiale et une variation temporelle, qui contribue à la prise en compte des grandes caractéristiques de la variance et des téléconnexions. On considère souvent qu'un mode de variabilité constitue le produit d'une configuration spatiale du climat et d'une série chronologique d'un indice climatique associé.

Modèle climatique (spectre ou hiérarchie) (*climate model (spectrum or hierarchy)*)

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

Modèle climatique mondial (également appelé modèle de circulation générale) (*global climate model (also referred to as general circulation model, both abbreviated as GCM)*)

Voir *Modèle climatique*.

Modèle de circulation générale (*general Circulation Model (GCM)*)

Voir *Modèle climatique*.

Modèle de circulation générale couplé atmosphère-océan (MCGAO) (*Atmosphere-Ocean General Circulation Model (AOGCM)*)

Voir *Modèle climatique*.

Modèle du système Terre (MST) (*Earth System Model (ESM)*)

Modèle de circulation générale couplé atmosphère-océan comprenant une représentation du cycle du carbone et permettant ainsi des calculs interactifs de la teneur de l'atmosphère en CO₂ ou des émissions compatibles. Il peut comprendre aussi d'autres composantes (ex.: chimie de l'atmosphère, nappes glaciaires, végétation dynamique, cycle de l'azote, ou encore modèles de conditions urbaines ou de cultures). Voir aussi *Modèle climatique*.

Modèle global dynamique de la végétation (*dynamic global vegetation model (DGVM)*)

Modèle simulant le développement et la dynamique de la végétation dans l'espace et dans le temps sous l'influence du climat et d'autres modifications du milieu.

Modélisation de la distribution des espèces (*species distribution modeling*)

Simulation des effets écologiques du changement climatique. La modélisation de la distribution des espèces repose sur des surfaces de réponse statistiques ou théoriques pour établir des relations entre les observations de la présence d'espèces ou les seuils de tolérance connus et les variables environnementales servant de prédicteurs, afin de prévoir l'aire de répartition des espèces en tant que manifestation des caractéristiques de l'habitat qui conditionne leur présence en un lieu particulier. Les modèles de distribution des espèces sont aussi appelés modèles de niches environnementales. On peut considérer que les modèles de niches bioclimatiques constituent un sous-ensemble de modèles de distribution des espèces servant à prévoir la présence des espèces ou le caractère favorable de l'habitat à partir de variables climatiques uniquement.

Modes de subsistance ou moyens de subsistance (*livelihood*)

Ressources employées et activités entreprises dans le but d'assurer la subsistance. Les modes de subsistance sont déterminés en général par les droits et les actifs auxquels les individus ont accès. Ces actifs peuvent être classés comme suit: humains, sociaux, naturels, physiques ou financiers.

Motifs de préoccupation (*reasons for concern*)

Éléments d'un cadre de classification, élaboré initialement dans le troisième Rapport d'évaluation du GIEC, qui vise à permettre de porter un jugement pour établir à quel niveau le changement climatique se révèle «dangereux» (selon la terminologie employée dans l'article 2 de la CCNUCC) en fonction de l'ensemble des incidences, des risques et des vulnérabilités.

Mousson (*monsoon*)

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

Nappe glaciaire (ou inlandsis) (*ice sheet*)

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

Niveau moyen de la mer (*mean sea level*)

Niveau de la surface de l'océan en un point précis pour lequel est établie une moyenne sur une période prolongée, d'un mois ou d'une année par exemple. Ce niveau sert souvent de référence nationale pour établir l'altitude du relief.

Niveau relatif de la mer (*relative sea level*)

Niveau de la mer mesuré à l'aide d'un marégraphe par rapport au lieu d'implantation de ce dernier. Voir aussi *Niveau moyen de la mer*; *Variation du niveau de la mer*.

Non-linéarité (*nonlinearity*)

Un processus est dit non linéaire lorsqu'il n'y a pas de rapport de proportion simple entre ses causes et ses effets. Le système climatique comprend de nombreux processus non linéaires, d'où son comportement potentiellement très complexe. Cette complexité peut entraîner des changements climatiques brusques. Voir aussi *Prévisibilité*.

Onde de tempête (*storm surge*)

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

Opportunité d'adaptation (*adaptation opportunity*)

Facteurs qui facilitent la planification et la mise en place de mesures d'adaptation, qui élargissent le choix des options d'adaptation ou qui fournissent des avantages connexes.

Options d'adaptation (*adaptation options*)

Ensemble de stratégies et de mesures disponibles pouvant répondre aux besoins d'adaptation. Cela comprend un large éventail de mesures qu'on peut classer en trois catégories: les mesures structurelles, les mesures institutionnelles et les mesures sociales.

Organisation frontière (*boundary organization*)

Institution, dispositif social ou réseau agissant en tant que relais ou intermédiaire entre la science et la politique.

Oscillation ou variabilité atlantique multidécennale (OAM ou VAM) (*Atlantic Multi-decadal Oscillation/Variability (AMO/AMV)*)

Fluctuation multidécennale (de 65 à 75 ans) dans l'Atlantique Nord, au cours de laquelle les températures de la mer en surface indiquent la présence de phases chaudes approximativement de 1860 à 1880 et de 1930 à 1960 et de phases froides de 1905 à 1925 et de 1970 à 1990, avec une variation de l'ordre de 0,4 °C. Voir l'indice relatif à l'AMO, encadré 2.5 (Cinquième Rapport d'Évaluation, Groupe de travail I).

Oscillation décennale du Pacifique (ODP) (*Pacific Decadal Oscillation (PDO)*)

Configuration et série chronologique de la première fonction empirique orthogonale de la température de la mer en surface dans le Pacifique Nord au nord de 20 °N. L'oscillation interdécennale du Pacifique (OIP) correspond à l'ODP élargie couvrant l'ensemble du bassin du Pacifique. L'ODP et l'OIP présentent une évolution temporelle analogue.

Oscillation nord-atlantique (NAO) (*North Atlantic Oscillation (NAO)*)

L'oscillation nord-atlantique consiste en des variations opposées de la pression en surface à proximité de l'Islande et des Açores. Elle correspond donc à des fluctuations de la force des vents d'ouest dominants à travers l'Atlantique jusqu'en Europe et, par conséquent, à des fluctuations des dépressions extratropicales entraînées dans le flux d'ouest,

et des systèmes frontaux qui leur sont associés. Voir l'indice relatif à la NAO, encadré 2.5 (cinquième Rapport d'évaluation, Groupe de travail I).

Ozone (*ozone*)

L'ozone, qui est la forme triatomique de l'oxygène (O₃), est un constituant gazeux de l'atmosphère. Dans la troposphère, il se forme à la fois naturellement et par suite de réactions photochimiques faisant intervenir des gaz résultant de l'activité humaine (smog). L'ozone troposphérique agit comme un gaz à effet de serre. Dans la stratosphère, il résulte de l'interaction du rayonnement solaire ultraviolet et de l'oxygène moléculaire (O₂). L'ozone stratosphérique joue un rôle décisif dans l'équilibre radiatif de la stratosphère. C'est dans la couche d'ozone que sa concentration est la plus élevée.

Ozone au niveau du sol (*ground-level ozone*)

Ozone atmosphérique formé naturellement ou sous l'action de précurseurs d'origine anthropique émis près de la surface terrestre, ayant un effet néfaste sur la santé, l'agriculture et les écosystèmes. L'ozone est un gaz à effet de serre, mais au niveau du sol, à la différence de l'ozone stratosphérique, il a un effet délétère direct sur les organismes vivant à la surface. L'ozone au niveau du sol est également appelé ozone troposphérique, mais une grande partie de la troposphère se situe bien au-dessus de la surface et les organismes de la surface n'y sont donc pas directement exposés. Voir aussi *Ozone*.

Paramétrage (*Parameterization*)

Dans le contexte des modèles climatiques, ce terme désigne la technique permettant de représenter les processus qui ne peuvent être traduits explicitement à l'échelle spatiale ou temporelle du modèle considéré (processus d'échelle inférieure à la maille), en établissant des relations entre les variables à grande échelle effectivement modélisées et les effets de ces processus, dont on établit la moyenne pour une zone ou une durée donnée.

Particules (*Particulates*)

Matières solides de très petites dimensions émises lors de la combustion de combustibles fossiles ou de biocarburants. Ces particules peuvent être constituées de diverses sortes de substances. Les particules les plus nocives sont celles dont le diamètre est inférieur ou égal à 10 µm, aussi appelées PM₁₀.

Pastoralisme (*Pastoralism*)

Stratégie de subsistance fondée sur une mobilité saisonnière du bétail entre zones de pâturage et destinée à convertir les plantes herbacées en général, les feuilles d'arbre ou les résidus de récolte en aliments destinés aux hommes. La mobilité ne s'explique pas uniquement par la recherche de nourriture pour le bétail; humains et animaux peuvent se déplacer pour éviter divers dangers naturels et/ou sociaux, pour éviter d'entrer en concurrence ou pour trouver des conditions plus favorables. On peut aussi considérer le pastoralisme comme une stratégie conditionnée par des facteurs sociaux et écologiques relatifs à l'incertitude et à la variabilité associées aux précipitations, et à une productivité faible et imprévisible des écosystèmes terrestres.

Pauvreté (*poverty*)

La notion complexe de pauvreté reçoit plusieurs définitions émanant d'écoles de pensée différentes. Les diverses conceptions font référence aux conditions matérielles (besoin, structure de la privation, restriction de

ressources, etc.), aux conditions économiques (niveau de vie, inégalités, position économique, etc.) et/ou aux relations sociales (classe sociale, dépendance, exclusion, manque de sécurité, privation de droits, etc.).

Pays industrialisés, développés, en développement (*industrialized/developed/developing countries*)

Diverses méthodes visent à classer les pays en fonction de leur niveau de développement et à définir les termes qui les qualifient, tels industrialisé, développé ou en développement. Dans le présent rapport, il est fait mention de plusieurs catégories. Au sein du système des Nations Unies, aucune convention établie ne fixe la désignation des pays ou régions développés et en développement. La Division de statistique des Nations Unies établit une distinction entre régions développées et régions en développement en se basant sur la pratique commune en la matière. Par ailleurs, certains pays sont classés parmi les pays les moins avancés, les pays en développement sans littoral, les petits États insulaires en développement ou les pays en transition. Bon nombre de pays figurent dans plusieurs de ces catégories à la fois. La Banque mondiale se base sur le revenu en tant que critère principal pour distinguer les pays à faible revenu, à revenu intermédiaire et à revenu élevé. Le PNUD a recours à l'indice de développement humain (IDH) pour classer les pays en pays à faible IDH, à IDH moyen, à IDH élevé et à IDH très élevé. Il s'agit là d'un indice composite regroupant trois indicateurs, à savoir l'espérance de vie, le niveau d'instruction et le revenu. Voir l'encadré 1-2.

Perception du risque (*risk perception*)

Jugement subjectif porté sur les caractéristiques et la gravité d'un risque.

Pergélisol (*permafrost*)

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

Période de retour (*return period*)

Estimation de l'intervalle de temps moyen séparant deux réalisations d'un phénomène (ex.: crue ou pluies extrêmes) de grandeur donnée (ampleur ou intensité) (ou inférieure ou supérieure à cette grandeur). Voir aussi *Valeur de retour*.

Phénologie (*phenology*)

Rapport entre des phénomènes biologiques périodiques (ex.: les stades de développement ou la migration) et les changements climatiques et saisonniers.

Phénomène climatique extrême (*extreme climate event*)

Voir *Phénomène météorologique extrême*.

Phénomène météorologique extrême (*extreme weather event*)

Phénomène rare en un endroit et à un moment de l'année particuliers. Même si les définitions du mot *rare* varient, un phénomène météorologique extrême devrait normalement se produire aussi rarement, sinon plus, que le dixième ou le quatre-vingt-dixième centile de la fonction de densité de probabilité établie à partir des observations. Par définition,

les caractéristiques de conditions météorologiques extrêmes peuvent, dans l'absolu, varier d'un lieu à un autre. Lorsque des conditions météorologiques extrêmes se prolongent pendant un certain temps, l'espace d'une saison par exemple, elles peuvent être considérées comme un phénomène climatique extrême, en particulier si elles correspondent à une moyenne ou à un total en lui-même extrême (ex.: une sécheresse ou de fortes pluies pendant toute une saison).

Piège de la pauvreté (*poverty trap*)

Cette notion est comprise différemment suivant les disciplines. En sociologie, elle s'applique principalement aux individus, aux ménages ou aux communautés pour décrire une situation dont on ne peut s'extraire, car le manque de ressources fait obstacle à toute productivité ou apparaît inexorable. On peut considérer aussi qu'il s'agit d'un seuil critique d'insuffisance de biens au-dessous duquel les familles ne parviennent pas à éduquer leurs enfants, à accroître leurs biens de production et à sortir de la pauvreté. L'extrême pauvreté constitue elle-même un piège de la pauvreté, puisque, par manque de moyens, les indigents ne participent pas utilement à la société. En économie, on emploie souvent l'expression «piège, engrenage ou cercle vicieux de la pauvreté» à l'échelle des nations, pour se référer à des conditions se perpétuant dans lesquelles une économie, prise dans un cercle vicieux, souffre de sous-développement chronique (Matsuyama, 2008). Les publications sur la question proposent bon nombre de modèles de pièges de la pauvreté.

Piégeage (*uptake*)

Incorporation d'une substance potentiellement nocive dans un réservoir. Le piégeage de substances contenant du carbone, en particulier le dioxyde de carbone, est souvent appelé séquestration (du carbone).

Plate-forme de glace ou plateau de glace (*ice shelf*)

Nappe de glace flottante d'une épaisseur considérable, reliée à la côte (généralement d'une grande étendue horizontale avec une surface en pente très douce), comblant souvent les baies le long d'une nappe glaciaire. Presque toutes les plates-formes de glace se trouvent en Antarctique, où la plus grande partie de la glace s'écoule dans l'océan par l'intermédiaire de plateaux.

Point de bascule (*tipping point*)

Degré de changement touchant les propriétés d'un système au-delà duquel le système en question se réorganise, souvent de façon abrupte et ne revient pas à son état initial, même si les facteurs du changement sont supprimés.⁹

Politique quasi sans regret (*low regrets policy*)

Politique procurant des avantages nets sur le plan social et/ou économique dans le climat actuel et pour divers scénarios d'évolution du climat.

Polluants organiques persistants (POP) (*persistent organic pollutants (POPs)*)

Substances chimiques organiques toxiques qui persistent dans l'environnement pendant de longues périodes, sont transportées et déposées en des lieux éloignés des sources de rejet, s'accumulent dans

⁹ Dans sa contribution au cinquième Rapport d'évaluation, le Groupe de travail I définit ce terme comme suit dans le contexte du climat: «En ce qui concerne le climat, il s'agit d'un seuil critique hypothétique auquel le climat mondial ou régional passe d'un état stable à un autre. La bascule peut se révéler irréversible.»

les organismes vivants et peuvent avoir des effets nocifs sur la santé humaine et les écosystèmes.¹⁰

Polluants qui modifient le climat (PMC) (*climate-altering pollutants (CAPs)*)

Gaz et particules dont les émissions découlent des activités humaines et qui influent sur le climat soit directement, par des mécanismes tels que le forçage radiatif résultant des changements de concentrations des gaz à effet de serre, soit indirectement, par des incidences sur la formation des nuages ou la durée de vie des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, par exemple. Les PMC englobent aussi bien les polluants qui ont un effet de réchauffement sur l'atmosphère, notamment le CO₂, que ceux qui ont un effet de refroidissement, notamment les sulfates.

Populations autochtones (*indigenous peoples*)

Par populations et nations autochtones, il faut entendre celles qui, liées par une continuité historique avec les sociétés antérieures à une invasion et avec les sociétés précoloniales qui se sont développées sur leurs territoires, se jugent distinctes des autres éléments des sociétés qui dominent à présent sur leur territoire ou partie de ces territoires. Constituant principalement à présent des éléments non dominants de la société, elles sont souvent déterminées à conserver, développer et transmettre aux générations futures les territoires de leurs ancêtres et leur identité ethnique qui constituent la base de la continuité de leur existence en tant que peuples, conformément à leurs propres modèles culturels, à leurs institutions sociales et à leurs systèmes juridiques.¹¹

Populations défavorisées (*disadvantaged populations*)

Pan d'une société dont les membres sont marginalisés, souvent en raison d'un statut socio-économique inférieur, de faibles revenus, d'un manque d'accès aux services de base telle la santé ou l'éducation, d'un manque d'accès à l'énergie, de considérations liées à la race, au sexe ou à la religion, ou encore d'un accès difficile aux technologies de la communication.

Poursuite inchangée des activités (*business as usual (BAU)*)

Projections établies selon une hypothèse de maintien du statu quo, c'est-à-dire que les pratiques opérationnelles et les principes directeurs demeurent tels qu'ils sont actuellement. Les scénarios de référence peuvent comprendre quelques éléments spécifiques des scénarios de poursuite inchangée des activités (notamment une interdiction ou une technologie en particulier), mais les scénarios de poursuite inchangée des activités impliquent qu'aucune pratique ou qu'aucune politique autre que celles déjà en vigueur n'est mise en place. Voir aussi *Situation de départ (ou de référence)*; *Scénario climatique*; *Scénario d'émissions*; *Profil représentatif d'évolution de concentration*; *Scénario*; *Scénario socio-économique*; *Scénarios SRES*.

Préindustriel (*pre-industrial*)

Voir *Révolution industrielle*.

Prévisibilité (*predictability*)

Mesure dans laquelle on peut prévoir les états futurs d'un système en se fondant sur la connaissance de l'état actuel et des états passés de ce système. Étant donné que les connaissances concernant les états

passés et l'état actuel du système climatique sont généralement imparfaites, tout autant que les modèles qui utilisent ces connaissances pour produire des prévisions climatiques, et que le système climatique est, par sa nature même, non linéaire et chaotique, la prévisibilité de ce système est intrinsèquement limitée. Même avec des modèles et des observations arbitrairement exacts, un tel système non linéaire garde toujours une part d'imprévisibilité (AMS, 2000).

Prévision (*forecast*)

Voir *Prévision climatique*; *Projection climatique*.

Prévision climatique (*climate prediction*)

Une prévision climatique est le résultat d'une tentative d'estimation (à partir d'un état donné du système climatique) de l'évolution réelle du climat à l'avenir, aux échelles saisonnière, interannuelle voire décennale par exemple. Comme il est possible que l'évolution future du système climatique soit fortement influencée par les conditions initiales, de telles prévisions sont, en général, de nature probabiliste. Voir aussi *Projection climatique*; *Scénario climatique*; *Prévisibilité*.

Probabilité (*likelihood*)

Éventualité d'un résultat particulier, quand il est possible de l'évaluer d'un point de vue probabiliste. Elle est exprimée dans le présent rapport à l'aide d'une terminologie standard (Mastrandrea et al., 2010), définie dans l'encadré 1.1. Voir aussi *Confiance*; *Incertitude*.

Processus écophysiologique (*ecophysiological process*)

Processus selon lequel chaque organisme réagit continuellement à la variabilité ou à l'évolution de l'environnement, tels que les changements climatiques, généralement à une échelle microscopique ou suborganique. Les mécanismes écophysiologiques renforcent la tolérance de chaque organisme au stress environnemental et comprennent toute une série de réponses définissant les seuils de tolérance absolue des individus aux conditions du milieu. Les réponses écophysiologiques peuvent s'intensifier au point de limiter l'extension géographique des espèces.

Profils d'évolution favorisant la résilience face au changement climatique (*climate-resilient pathways*)

Processus itératif de gestion du changement au sein de systèmes complexes visant à atténuer les bouleversements et à multiplier les opportunités associés au changement climatique.

Profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) (*representative concentration pathways (RCPs)*)

Scénarios comprenant les séries chronologiques des émissions et des concentrations de l'ensemble des gaz à effet de serre et aérosols, et gaz chimiquement actifs, ainsi que de l'utilisation des terres et de la couverture terrestre (Moss et al., 2008). Ces profils sont représentatifs dans la mesure où ils font partie d'un ensemble de scénarios distincts possibles conduisant à un forçage radiatif aux caractéristiques similaires. On parle de *profil d'évolution* pour souligner le fait qu'on ne s'intéresse pas seulement aux niveaux de concentration atteints à long terme, mais aussi à la trajectoire suivie pour parvenir à ce résultat (Moss et al., 2010).

¹⁰ Définition s'inspirant de celle qui figure dans Secrétariat de la Convention de Stockholm (2001).

¹¹ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans Cobo (1987) et les rapports précédents du GIEC.

En général, les RCP se rapportent à la partie de l'évolution allant jusqu'à 2100, pour laquelle les modèles d'évaluation intégrés produisent des scénarios d'émissions correspondants. Les *profils d'évolution de concentration à très long terme* (ECP) fournissent une description de ce qui se produit lorsqu'on prolonge les RCP entre 2100 et 2500, ce qu'on calcule en se basant sur des règles simples établies au cours de consultations avec les parties prenantes; ils ne représentent pas des scénarios parfaitement cohérents.

Pour les besoins du cinquième rapport d'évaluation du GIEC, quatre RCP établis par des modèles d'évaluation intégrés et ayant fait l'objet de publication, ont été choisis comme base des prévisions et projections climatiques présentées dans les chapitres 11 à 14 (Groupe de travail I):

RCP2,6 Un profil dans lequel le forçage radiatif atteint un pic de 3 W m^{-2} environ avant 2100, puis décroît (ECP correspondant basé sur des émissions constantes après 2100).

RCP4,5 et RCP6,0 Deux profils de stabilisation intermédiaires, où le forçage radiatif se stabilise à 6 W m^{-2} et $4,5 \text{ W m}^{-2}$ environ après 2100 (ECP correspondant basé sur des émissions constantes après 2150);

RCP8,5 Un profil haut, dans lequel le forçage radiatif excède $8,5 \text{ W m}^{-2}$ en 2100 et continue de croître pendant un certain temps encore (ECP correspondant basé sur des émissions constantes après 2100 et des concentrations constantes après 2250);

Voir l'encadré 1.2 (cinquième Rapport d'évaluation, Groupe de travail I) qui fournit une description approfondie des scénarios futurs.

Projection (*projection*)

Indication de l'évolution future possible d'une grandeur ou d'un ensemble de grandeurs, souvent calculée à l'aide d'un modèle. Les projections se distinguent des prévisions en ce sens qu'elles reposent sur des hypothèses concernant par exemple l'évolution des conditions socio-économiques ou des techniques qui peuvent ou non se concrétiser. Voir aussi *Prévision climatique*; *Projection climatique*.

Projection climatique (*climate projection*)

Simulation de la réponse du système climatique à un scénario futur d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre et d'aérosols, obtenue généralement à l'aide de modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par le fait qu'elles sont fonction des scénarios d'émissions, de concentration ou de forçage radiatif utilisés, qui reposent sur des hypothèses concernant, par exemple, l'évolution socio-économique et technologique à venir, ces hypothèses pouvant se réaliser ou non. Voir aussi *Scénario climatique*.

Protection sociale (*social protection*)

Dans le contexte de l'aide au développement et des politiques concernant le climat, la protection sociale décrit en général les initiatives publiques et privées qui, en faveur des plus défavorisés, assurent une meilleure répartition des revenus et de la consommation, protègent les personnes vulnérables contre les risques pesant sur leurs modes de subsistance et améliorent la condition sociale et les droits des personnes marginalisées, et ce dans le cadre d'un objectif global consistant à réduire la vulnérabilité économique et sociale des groupes de population

pauvres, vulnérables et marginalisés (Devereux et Sabates-Wheeler, 2004). Dans d'autres contextes, l'expression «protection sociale» peut être employée comme synonyme de politique sociale et décrite alors comme couvrant toutes les initiatives publiques et privées qui procurent un accès aux services, tels la santé, l'éducation ou le logement, ou visent à augmenter les revenus et la consommation. Les politiques de protection sociale protègent les populations pauvres et vulnérables contre les risques qui pèsent sur leurs modes de subsistance, améliorent la condition sociale et les droits des personnes marginalisées, et évitent que les personnes vulnérables ne tombent dans la pauvreté.

Puits (*sink*)

Tout processus, activité ou mécanisme qui élimine de l'atmosphère un gaz à effet de serre, un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre ou d'aérosol.

Rails des dépressions (*storm tracks*)

Terme désignant, à l'origine, les trajectoires de systèmes cycloniques individuels, mais souvent utilisé de nos jours pour désigner, de façon plus générale, les régions où l'on observe le passage fréquent de perturbations extratropicales liées à des séries de systèmes de basses pressions (dépressionnaires ou cycloniques) et de hautes pressions (anticycloniques).

Réanalyse (*reanalysis*)

Estimations, pour l'atmosphère ou l'océan, des données historiques de température, de vent, de courant ainsi que d'autres grandeurs, établies à partir du traitement de données météorologiques ou océanographiques passées au moyen de versions fixées des modèles de prévision du temps ou de circulation océanique modernes, et de techniques d'assimilation des données se situant au niveau actuel de l'état des connaissances. L'utilisation d'une assimilation de données fixée permet d'éviter les effets des changements des systèmes d'analyse propres aux analyses opérationnelles. Bien que la continuité soit améliorée, les réanalyses effectuées à l'échelle du globe pâtissent encore des irrégularités d'implantation et des imperfections des systèmes d'observation.

Reboisement (*reforestation*)

Plantation de forêts sur des terres anciennement forestières, mais converties à d'autres usages. Le rapport spécial du GIEC sur l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000) propose une analyse plus approfondie du terme forêt et d'autres termes connexes tels que *boisement*, *reboisement* et *déboisement*. Voir aussi le rapport sur les définitions et options méthodologiques en ce qui concerne les inventaires des émissions résultant de la dégradation des forêts et de la disparition d'autres types de végétaux directement liées aux activités humaines (GIEC, 2003).

Recharge d'une nappe souterraine (*groundwater recharge*)

Processus par lequel la zone de saturation d'un aquifère reçoit un apport d'eau extérieur, soit directement par captage dans la formation géologique elle-même, soit indirectement par l'intermédiaire d'une autre formation.

Réduction des risques de catastrophes (*disaster risk reduction (DRR)*)

But ou objectif d'une politique déterminée et mesures stratégiques et essentielles, en faveur de l'anticipation des risques de catastrophes,

de la réduction de l'exposition, des aléas ou de la vulnérabilité, et de l'amélioration de la résilience.

Réflexivité (*reflexivity*)

Particularité d'un système selon laquelle la cause et l'effet forment une boucle de rétroaction, si bien que l'effet modifie le système même. Les systèmes adaptatifs, telles les sociétés, sont intrinsèquement réflexifs, tout comme le sont les changements planifiés dans des systèmes complexes. La prise de décision réflexive, dans un système social, offre la possibilité de modifier les valeurs sous-jacentes ayant conduit aux décisions. La réflexivité est aussi un élément important de la gestion adaptative.

Régime de perturbation (*disturbance regime*)

Fréquence, intensité et nature des perturbations que subissent les systèmes écologiques, telles que les incendies, les pullulations d'insectes ou de ravageurs, les inondations et les sécheresses.

Rendement hydraulique (*water-use efficiency*)

Gain en carbone de photosynthèse par unité d'eau perdue par évapotranspiration. Ce rendement peut être évalué à court terme comme le rapport entre le gain en carbone photosynthétique et la perte en eau unitaire par évapotranspiration ou, à l'échelle d'une saison, comme le rapport entre la production primaire nette ou le rendement agricole et la quantité d'eau utilisée.

Renforcement des capacités (*capacity building*)

Pratique consistant à renforcer les atouts, les qualités et les ressources sur lesquels un individu, une communauté, une société ou une organisation peut compter pour réagir au changement.

Résilience (*resilience*)

Capacité de résistance d'un système socio-écologique face à une perturbation ou un événement dangereux, permettant à celui-ci d'y répondre ou de se réorganiser de façon à conserver sa fonction essentielle, son identité et sa structure, tout en gardant ses facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.¹²

Rétroaction (*feedback*)

Voir *Rétroaction climatique*.

Rétroaction climatique (*climate feedback*)

Une interaction selon laquelle une perturbation touchant une variable climatique provoque, dans une seconde, des changements qui influent à leur tour sur la variable initiale. Une rétroaction positive renforce la perturbation initiale, alors qu'une rétroaction négative l'atténue. Dans le cinquième Rapport d'évaluation, on applique souvent une définition relativement restreinte de ce processus, selon laquelle la variable subissant la perturbation est la température moyenne à la surface du globe qui, à son tour, provoque des changements du bilan radiatif du globe. Dans les deux cas, la perturbation initiale peut découler d'un forçage externe ou correspondre à une variabilité interne.

Revenu (*income*)

Montant maximum qu'un ménage, ou une autre unité, peut consommer sans réduire sa valeur nette réelle. Indicateur le plus global du revenu, le revenu total désigne les recettes régulières, telles que les salaires et traitements, les revenus tirés du travail indépendant, les intérêts et dividendes issus d'investissements, les pensions ou autres prestations d'assurance sociale, et les autres transferts courants reçus.¹³

Révolution industrielle (*Industrial Revolution*)

Période de croissance industrielle rapide aux profondes répercussions sociales et économiques, qui a débuté en Grande-Bretagne pendant la deuxième moitié du XVIII^e siècle et s'est poursuivie en Europe, puis dans d'autres pays, dont les États-Unis d'Amérique. L'invention de la machine à vapeur a été un facteur majeur de cette évolution. La révolution industrielle marque le début d'une augmentation importante de l'utilisation des combustibles fossiles et des émissions, notamment de dioxyde de carbone fossile. Dans le présent rapport, les termes *préindustriel* et *industriel* se réfèrent respectivement, de manière quelque peu arbitraire, aux époques antérieure et postérieure à 1750.

Risque (*risk*)

Conséquences éventuelles quand quelque chose ayant une valeur pour l'être humain (les êtres humains eux-mêmes également) est en jeu et qu'il pèse une incertitude sur ces conséquences.¹⁴ Le risque est souvent représenté comme la probabilité d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux que viennent amplifier les conséquences de tels phénomènes lorsqu'ils se produisent. Le présent rapport évalue les risques liés au climat.

Risque de catastrophe (*disaster risk*)

Éventualité d'une catastrophe dans un délai déterminé. Voir *Catastrophe*.

Risque nouveau (*emergent risk*)

Risque résultant de l'interaction des phénomènes dans un système complexe; par exemple le risque qui correspond au fait que le déplacement de populations humaines sous l'effet du changement climatique conduit à une augmentation de la vulnérabilité et de l'exposition des populations dans la région d'accueil.

Ruissellement (*runoff*)

Partie des précipitations qui ne s'évapore pas ou ne transpire pas, mais qui s'écoule à la surface du sol ou à travers le sol et se déverse dans les masses d'eau. Voir aussi *Cycle hydrologique*.

Scénario (*scenario*)

Description vraisemblable de ce que nous réserve l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales forces motrices (rythme de l'évolution technologique, prix, etc.) et les relations en jeu. Les scénarios ne sont ni des prédictions ni des prévisions, mais permettent cependant de mieux cerner les conséquences de différentes évolutions ou actions. Voir aussi *Scénario climatique*; *Scénario d'émissions*; *Profils représentatifs d'évolution de concentration*; *Scénarios SRES*.

¹² Définition s'inspirant de celle utilisée dans Arctic Council (2013).

¹³ Définition s'inspirant de celle qui figure dans Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), 2003.

¹⁴ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans Rosa (1998) et Rosa (2003).

Scénario climatique (*climate scenario*)

Représentation vraisemblable et souvent simplifiée du climat futur, fondée sur un ensemble intrinsèquement cohérent de relations climatologiques et établie expressément pour déterminer les conséquences possibles des changements climatiques anthropiques, qui sert souvent à alimenter les modèles d'impact. Les projections climatiques servent fréquemment de matière première aux scénarios climatiques, quoique ces derniers nécessitent généralement des informations supplémentaires, par exemple sur le climat actuel observé. Voir aussi *Scénario d'émissions*; *Scénario*.

Scénario d'émissions (*emission scenario*)

Représentation plausible de l'évolution future des émissions de substances susceptibles d'avoir des effets radiatifs (gaz à effet de serre, aérosols, etc.), fondée sur un ensemble cohérent et homogène d'hypothèses relatives aux éléments moteurs (évolution démographique et socio-économique, progrès technologique, etc.) et à leurs interactions principales. Les *scénarios de concentration*, découlant des scénarios d'émissions, servent de données initiales aux modèles climatiques pour le calcul des projections climatiques. Le GIEC a présenté en 1992 (GIEC, 1992) un ensemble de scénarios d'émissions qui lui ont servi à établir des projections climatiques (GIEC, 1996). Ces scénarios d'émissions ont été appelés scénarios IS92. Dans le rapport spécial du GIEC consacré aux scénarios d'émissions (Nakicenovic et Swart, 2000), de nouveaux scénarios d'émissions, appelés *scénarios SRES*, ont été publiés, dont certains ont notamment servi de base pour les projections climatiques présentées dans les chapitres 9 à 11 du rapport publié par le GIEC en 2001 (GIEC, 2001) et les chapitres 10 et 11 du rapport publié en 2007 (GIEC, 2007). De nouveaux scénarios d'émissions associés au changement climatique, à savoir les quatre *profils représentatifs d'évolution de concentration*, ont été mis au point pour la présente évaluation du GIEC, mais indépendamment de celle-ci. Voir aussi *Scénario climatique* et *Scénario*.

Scénario de référence (*reference scenario*)

Voir *Situation de départ* (ou de référence).

Scénario socio-économique (*socio-economic scenario*)

Scénario qui décrit l'évolution future en ce qui concerne la population, le produit intérieur brut et d'autres facteurs socio-économiques permettant de mieux cerner les conséquences du changement climatique.

Scénarios SRES (*SRES scenarios*)

Scénarios d'émissions élaborés par Nakicenovic et Swart (2000), servant, parmi d'autres, à établir certaines des projections climatiques présentées dans les chapitres 9 à 11 de la publication GIEC (2001) et dans les chapitres 10 et 11 de la publication GIEC (2007). Les définitions ci-après permettent de mieux comprendre l'agencement et l'utilisation de l'ensemble de ces scénarios:

Famille de scénarios Scénarios fondés sur le même canevas pour ce qui est de l'évolution démographique, sociétale, économique et technologique. L'ensemble des scénarios SRES comprend quatre familles de scénarios: A1, A2, B1 et B2.

Scénario illustratif Scénario qui sert à l'illustration de chacun des six groupes de scénarios présentés dans le Résumé à l'intention

des décideurs de Nakicenovic et Swart (2000). Ces scénarios illustratifs consistent en quatre scénarios de référence révisés pour les groupes de scénarios A1B, A2, B1 et B2 ainsi qu'en deux scénarios supplémentaires pour les groupes A1FI et A1T. Tous les groupes de scénarios sont également fiables.

Scénario de référence Scénario diffusé à l'origine, dans sa version préliminaire, sur le site Web consacré au SRES pour représenter une famille de scénarios donnée. Pour choisir les scénarios de référence, on s'est fondé sur les quantifications initiales qui reflétaient le mieux les canevas ainsi que sur les caractéristiques des modèles utilisés. Si les scénarios de référence ne sont ni plus ni moins vraisemblables que n'importe quel autre scénario, l'équipe de rédaction du SRES a cependant estimé qu'ils illustraient fort bien les canevas considérés. Ces scénarios – qui figurent sous une forme revue et corrigée dans Nakicenovic et Swart (2000) – ont été examinés avec la plus grande attention par toute l'équipe de rédaction et dans le cadre du processus ouvert propre au SRES. Des scénarios ont également été choisis pour illustrer les deux autres groupes de scénarios.

Canevas Description circonstanciée d'un scénario (ou d'une famille de scénarios), qui met en lumière les principales caractéristiques du scénario, les relations entre les principaux éléments moteurs et la dynamique de leur évolution.

Sécheresse (*drought*)

Période de temps anormalement sec suffisamment longue pour causer un grave déséquilibre hydrologique. La notion de sécheresse étant relative, toute analyse d'un déficit de précipitations doit se reporter à l'activité étudiée, liée aux précipitations. À titre d'exemple, on parlera de sécheresse agricole (l'humidité du sol étant le facteur déterminant) quand la pénurie de précipitations se produit au cours de la saison culturale et influence la production végétale ou plus généralement les fonctions de l'écosystème touché, alors qu'il s'agira d'une *sécheresse hydrologique* si cette même pénurie de précipitations se produit au cours d'une période où le ruissellement et la percolation sont déterminants pour reconstituer les réserves d'eau. Outre l'insuffisance des précipitations, l'augmentation de l'évapotranspiration tend également à diminuer l'humidité du sol et les réserves d'eaux souterraines. La *sécheresse météorologique* se définit comme une période présentant un déficit anormal des précipitations. Une *mégasécheresse* est une sécheresse persistante et étendue, d'une durée très supérieure à la normale (en général une décennie ou plus). Voir les indices à ce sujet dans l'encadré 2.4 (cinquième Rapport d'évaluation, Groupe de travail I).

Sécurité alimentaire (*food security*)

Situation caractérisée par le fait qu'une population dispose d'un accès garanti à une alimentation saine et nutritive en quantité suffisante pour couvrir ses besoins physiologiques, relatifs notamment à la croissance et au développement, et lui permettant de mener une vie active et saine.¹⁵ Voir aussi *Accès à l'alimentation*.

Sécurité humaine (*human security*)

Condition remplie quand le noyau vital de toutes les vies humaines est protégé et quand les individus disposent de la liberté et de la capacité

¹⁵ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2000) et les rapports précédents du GIEC.

de vivre dans la dignité. Dans le contexte du changement climatique, ce noyau vital englobe les éléments universels et propres à chaque culture, matériels ou non matériels, indispensables à chacun pour agir dans son intérêt et vivre dans la dignité.

Sensibilité (*sensitivity*)

Degré auquel un système ou une espèce est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou les changements climatiques. Les effets peuvent être directs (ex.: la modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (ex.: les dommages causés par une augmentation de fréquence des inondations côtières en raison d'une élévation du niveau de la mer).

Sensibilité du climat (*climate sensitivity*)

Dans les rapports du GIEC, la *sensibilité du climat à l'équilibre* (unité: °C) désigne les variations à l'équilibre (état stable) de la température moyenne à la surface du globe à la suite d'un doublement de la concentration d'équivalent CO₂ dans l'atmosphère. En raison de contraintes de calcul, la sensibilité du climat à l'équilibre dans un modèle climatique est parfois estimée à l'aide d'un modèle de circulation générale de l'atmosphère couplé à un modèle de la couche de mélange océanique, étant donné que cette sensibilité est déterminée en grande partie par des processus atmosphériques. De bons modèles peuvent atteindre l'équilibre avec un océan dynamique. Le *paramètre de sensibilité du climat* (unité: °C (W m⁻²)⁻¹) se rapporte au changement d'équilibre dans la température moyenne annuelle à la surface du globe pour un écart unitaire du forçage radiatif.

La *sensibilité effective du climat* (unité: °C) est une estimation de la réponse de la température moyenne à la surface du globe à un doublement de la concentration du CO₂ obtenue à partir des résultats des modèles ou d'observations pour des conditions évolutives qui ne sont pas à l'équilibre. C'est une mesure de l'ampleur des rétroactions climatiques à un instant donné qui peut varier en fonction du forçage et de l'état du climat, pouvant donc être différente de la sensibilité du climat à l'équilibre.

La *réponse transitoire du climat* (unité: °C) désigne la variation moyenne sur 20 ans de la température à la surface du globe, centrée sur l'époque du doublement de la concentration de dioxyde de carbone atmosphérique, obtenue à l'aide d'un modèle du climat, au cours d'une simulation dans laquelle l'augmentation de la teneur en CO₂ est fixée à 1 % par an. C'est une mesure de l'ampleur et de la rapidité de la réponse de la température en surface au forçage des gaz à effet de serre.

Séquestration du carbone (*carbon sequestration*)

Voir *Piégeage*.

Situation de départ (ou de référence) (*baseline/reference*)

Situation par rapport à laquelle un éventuel changement est mesuré. Une *période de référence* est une période par rapport à laquelle on calcule les anomalies. La concentration de référence d'un gaz à l'état de trace est celle qu'on mesure en un lieu ne subissant pas l'influence d'émissions locales anthropiques.

Smog photochimique (*photochemical smog*)

Mélange de polluants oxydants produits par des réactions photochimiques entre le rayonnement solaire et des polluants atmosphériques primaires tels que les hydrocarbures.

Stratosphère (*stratosphere*)

Région très stratifiée de l'atmosphère située au-dessus de la troposphère et s'étendant d'environ 10 km (9 km aux hautes latitudes et 16 km en zone tropicale en moyenne) à 50 km d'altitude.

Système alimentaire (*food system*)

Notion englobant toutes les activités relatives à la chaîne alimentaire (c'est-à-dire la production, le traitement et l'emballage, le stockage et le transport, la commercialisation et la vente au détail, ainsi que la préparation et la consommation des aliments) et tous les acteurs intervenant dans cette chaîne; mais aussi les résultats de ces activités ayant trait aux trois composantes sur lesquelles repose la sécurité alimentaire (c'est-à-dire l'accès aux aliments, l'utilisation des aliments et la disponibilité des aliments), qui doivent tous être stables durablement. Le système alimentaire constitue donc la base de la sécurité alimentaire, à savoir une propriété qui découle de la situation de l'ensemble du système alimentaire. On parle d'insécurité alimentaire lorsque un élément quel qu'il soit du système alimentaire se trouve sous pression.

Système climatique (*climate system*)

Système extrêmement complexe comprenant cinq grands éléments: l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère, la lithosphère et la biosphère, et qui résulte de leurs interactions. Ce système évolue avec le temps sous l'effet de sa propre dynamique interne et en raison de forçages externes tels que les éruptions volcaniques, les variations de l'activité solaire et les forçages anthropiques (notamment les variations de la composition de l'atmosphère et les changements d'affectation des terres).

Système d'alerte précoce (*early warning system*)

Ensemble des capacités nécessaires pour produire et diffuser en temps opportun des bulletins d'alerte permettant à des individus, des communautés et des organisations menacées par un danger de se préparer et d'agir de façon appropriée et en temps utile pour réduire le risque de dommage ou de perte.¹⁶

Système humain (*human system*)

Tout système où l'organisation et les institutions humaines jouent un rôle de premier plan. Souvent, mais pas toujours, synonyme de *société* ou de *système social*. Les systèmes tels les systèmes agricoles, les systèmes politiques, les systèmes technologiques et les systèmes économiques sont tous des systèmes humains selon le sens s'appliquant au présent rapport.

Température de l'air à la surface des terres émergées (*land surface air temperature*)

Température de l'air en surface, mesurée sous abris ventilés, à environ 1,5 m au-dessus du sol.

¹⁶ Définition s'inspirant de celles qui figurent dans Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies (2009) et GIEC (2012a).

Température de la mer en surface (SST) (*sea surface temperature (SST)*)

Température moyenne de la subsurface dans les premiers mètres des eaux océaniques, mesurée depuis des navires, des bouées ancrées ou des bouées dérivantes. Pour ce qui est des mesures effectuées à partir de navires, celles-ci ont été exécutées sur des échantillons recueillis à l'aide de seaux, puis, à partir des années 1940, sur des échantillons prélevés à l'admission d'eau des moteurs. Des mesures par satellite de la température pelliculaire (correspondant à la couche superficielle d'une fraction de millimètre d'épaisseur) dans l'infrarouge ou de la température de la mer dans le premier centimètre environ au-dessous de la surface en hyperfréquences sont également utilisées, mais pour qu'elles soient compatibles avec la température moyenne, il convient de les corriger.

Température en surface (*surface temperature*)

Voir *Température moyenne à la surface du globe*; *Température de l'air à la surface des terres émergées*; *Température de la mer en surface*.

Température moyenne à la surface du globe (*global mean surface temperature*)

Estimation de la température moyenne de l'air à la surface du globe. Cependant, pour ce qui est des changements avec le temps, seules les anomalies par rapport aux conditions climatiques normales sont utilisées, le plus souvent fondées sur la moyenne mondiale, pondérée en fonction de la surface de l'anomalie de la température de la mer en surface et de l'anomalie de la température de l'air à la surface des terres émergées.

Thermocline (*thermocline*)

Couche océanique à gradient de température vertical maximum, comprise entre la surface de l'océan et les régions abyssales. Dans les régions subtropicales, elle est généralement constituée d'eaux qui se trouvaient en surface à des latitudes plus élevées et qui ont subi une subduction, et ont été entraînées vers l'équateur. Aux latitudes élevées, cette couche est parfois inexistante et peut être remplacée par une halocline, qui est une couche à gradient vertical de salinité maximum.

Toundra (*tundra*)

Biome non arboré caractéristique des régions polaires et alpines.

Transfert de risques (*risk transfer*)

Pratique, formelle ou informelle, consistant à transférer, d'une entité à une autre, les conséquences financières d'un événement néfaste.

Transformation (*transformation*)

Changement des attributs fondamentaux d'un système, souvent basé sur une modification des modèles, des objectifs ou des valeurs. Les systèmes technologiques ou biologiques, les structures financières ou les cadres réglementaires, législatifs ou administratifs peuvent subir des transformations.

Troposphère (*troposphere*)

Partie inférieure de l'atmosphère, s'étendant de la surface de la Terre à environ 10 km d'altitude aux latitudes moyennes (cette altitude variant en moyenne de 9 km aux latitudes élevées à 16 km en zone tropicale), où se forment les nuages et se produisent les phénomènes météorologiques. Dans la troposphère, la température diminue généralement avec l'altitude. Voir aussi *Stratosphère*.

Tsunami (*tsunami*)

Vague ou train de vagues engendré par un séisme sous-marin avec déplacement du plancher océanique, un glissement de terrain sous-marin, une éruption volcanique sous-marine ou encore l'impact d'un astéroïde.

Utilisation des terres et changement d'affectation des terres (*land use and Land use change*)

Le terme utilisation des terres désigne l'ensemble des dispositions, activités et apports par type de couverture terrestre (ensemble d'activités humaines). Ce terme est également utilisé pour définir les objectifs sociaux et économiques de l'exploitation des terres (pâturage, exploitation forestière, conservation, etc.). Le terme changement d'affectation des terres désigne un changement apporté par l'homme dans l'utilisation ou la gestion des terres, qui peut entraîner une modification de la couverture terrestre. Tant cette modification que le changement d'affectation des terres peuvent avoir une incidence sur l'albédo de la surface, l'évapotranspiration, les sources et les puits de gaz à effet de serre ou sur d'autres propriétés du système climatique et peuvent donc entraîner un forçage radiatif et/ou avoir d'autres répercussions sur le climat, à l'échelle locale ou mondiale. Voir aussi le rapport spécial du GIEC portant sur l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GIEC, 2000).

Vague de chaleur (*heat wave*)

Période de conditions atmosphériques anormalement chaudes et difficiles à supporter.

Valeur de retour (*return value*)

Valeur la plus haute (ou la plus basse) d'une variable donnée, enregistrée en moyenne une fois sur une période de temps donnée (par exemple en 10 ans). Voir aussi *Période de retour*.

Valeur sélective ou fitness (*Fitness (Darwinian)*)

Capacité relative d'un individu ou d'un génotype de survivre et de se reproduire; quantitativement, il s'agit de la contribution moyenne du génotype au pool génétique des générations futures. Au cours de l'évolution, la sélection naturelle favorise les caractères qui procurent une plus grande valeur sélective, ces caractères devenant ainsi de plus en plus communs dans les générations suivantes.

Variabilité du climat (*climate variability*)

Variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts-types, fréquences extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles spatiales et temporelles au-delà de la variabilité propre à des phénomènes météorologiques particuliers. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations des forçages externes anthropiques ou naturels (variabilité externe). Voir aussi *Changement climatique*.

Variation du niveau de la mer (*sea level change*)

Le niveau de la mer peut varier, à l'échelle mondiale et locale, à la suite de modifications: i) de la forme des bassins océaniques; ii) du volume des océans découlant d'une variation de la masse d'eau; et iii) du volume des océans découlant d'une variation de la masse volumique de l'eau. Les variations du niveau moyen de la mer à l'échelle de la planète résultant d'une variation de la masse des océans sont dites *barystatiques*. La grandeur du changement du niveau de la mer barystatique

dû à un ajout ou à un retrait de masse d'eau s'appelle l'*équivalent niveau de la mer*. Les variations du niveau de la mer, à l'échelle tant mondiale que locale, dues à des changements de masse volumique de l'eau sont dites *stériques*. Les changements de masse volumique dus uniquement à des variations de température sont dits *thermostériques*, alors que les changements de masse volumique dus à une modification de la salinité de l'eau sont appelés *halostériques*. Les variations barystatiques et stériques du niveau de la mer ne prennent pas en compte l'effet des variations de la forme des bassins océaniques découlant de variations de la masse des océans et de la répartition de celle-ci. Voir aussi *Niveau relatif de la mer*; *Dilatation thermique*.

Vitesse de déplacement des climats (*climate velocity*)

Vitesse à laquelle les isolignes d'une variable climatique se déplacent à la surface des terres émergées et des océans sous l'influence du changement climatique. Si par exemple la variable considérée est la température, il s'agit alors de la vitesse (en km/an) à laquelle les isothermes se déplacent sous l'effet du changement climatique; pour la calculer, on divise le changement de température dans le temps (°C/an) par le gradient spatial présent de la température (°C/km). Il est possible de calculer cette vitesse à l'aide de variables climatiques supplémentaires, notamment les précipitations, ou en se basant sur la niche climatique de certains organismes.

Vulnérabilité¹⁷ (*vulnerability*)

Propension ou prédisposition à subir des dommages. Cela englobe divers concepts, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter. Voir aussi *Vulnérabilité contextuelle*; *Vulnérabilité résultante*.

Vulnérabilité contextuelle (vulnérabilité initiale) (*contextual vulnerability (Starting-point vulnerability)*)

Incapacité présente de résister à des pressions externes ou à des changements, notamment l'évolution des conditions climatiques. La vulnérabilité contextuelle est une caractéristique des systèmes sociaux et écologiques, engendrée par de multiples facteurs et processus (O'Brien et al., 2007).

Vulnérabilité principale, risque principal, incidence principale (*key vulnerability, key risk, key impact*)

Vulnérabilité, risque ou incidence correspondant à la définition détaillée de la notion de «perturbation anthropique dangereuse du système climatique», selon la terminologie employée dans l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), et méritant une attention particulière de la part des décideurs dans ce contexte.

Par risques principaux, on entend les conséquences éventuelles, néfastes et graves pour les êtres humains et les systèmes socio-écologiques, compte tenu de la relation entre les dangers associés aux phénomènes climatiques et les vulnérabilités des sociétés et systèmes exposés. Ces risques sont ainsi qualifiés quand il s'agit de graves dangers ou de fortes vulnérabilités, voire les deux à la fois.

On parle de vulnérabilités principales quand il est possible que celles-ci se combinent avec des tendances ou des événements dangereux fai-

sant courir des risques principaux. Toutefois, quand les vulnérabilités n'ont que peu d'influence sur les risques associés au climat, par exemple lorsque l'exposition au danger est inexistante, on ne les qualifie pas ainsi.

Les incidences principales constituent de graves conséquences pour les êtres humains et les systèmes socio-écologiques.

Vulnérabilité résultante (vulnérabilité finale) (*outcome vulnerability (End-point vulnerability)*)

Vulnérabilité en tant qu'élément final d'une suite d'analyses qui débute par des projections de tendances futures au sujet des émissions, se poursuit par la mise au point de scénarios climatiques et se termine par des études d'impacts biophysiques et la détermination des options d'adaptation. Le degré de vulnérabilité se définit en fonction des conséquences résiduelles une fois l'adaptation mise en place. (Kelly et Adger, 2000; O'Brien et al., 2007.)

Zone aride (*arid zone*)

Zone où la croissance végétale est fortement restreinte en raison de l'insuffisance de l'eau. Dans la plupart des zones arides, la végétation naturelle est clairsemée. La variabilité des précipitations est élevée, les moyennes annuelles étant inférieures à 300 mm. Les cultures en zones arides exigent le recours à l'irrigation.

Zone de minimum d'oxygène (OMZ) (*oxygen minimum zone (OMZ)*)

Couche de haute mer de profondeur moyenne (de 200 à 1 000 m) dans laquelle la saturation en oxygène est la plus faible. Le degré d'appauvrissement en oxygène est fonction de la consommation de matières organiques en grande partie par des bactéries et la circulation océanique à grande échelle influe sur la répartition des OMZ. Dans les régions océaniques côtières, les OMZ s'étendent jusqu'au plateau continental et peuvent aussi atteindre les écosystèmes benthiques.

Zone de remontée des eaux (*upwelling region*)

Région de l'océan où les eaux froides, habituellement riches en éléments nutritifs, remontent des profondeurs vers la surface.

Zone semi-aride (*semi-arid zone*)

Zone où la croissance des végétaux est restreinte par une disponibilité en eau limitée, présentant souvent des périodes de végétation courtes et de fortes variations interannuelles de la production primaire. Les précipitations annuelles y varient entre 300 et 800 mm, en fonction de l'occurrence de pluies d'été et d'hiver.

Zone sensible (*hotspot*)

Zone géographique caractérisée par une vulnérabilité et une exposition élevées au changement climatique.

Zones mortes (*dead zones*)

Zones extrêmement hypoxiques (déficitaires en oxygène) dans les océans et les lacs, résultant de la présence d'un excès d'éléments nutritifs provenant des activités humaines, couplée à d'autres facteurs qui provoquent un appauvrissement en oxygène indispensable à la vie de nombreux organismes aquatiques présents dans les fonds marins et lacustres. Voir aussi *Eutrophisation*; *Événements hypoxiques*.

¹⁷ Les progrès scientifiques étant pris en compte, le champ d'application et le thème central de cette définition sont différents de ce qu'ils étaient dans le quatrième Rapport d'évaluation et d'autres rapports du GIEC.

Bibliographie

- Arctic Council**, 2013: Glossary of terms. In: *Arctic Resilience Interim Report 2013*. Stockholm Environment Institute and Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Suède.
- AMS**, 2000: *AMS Glossary of Meteorology*, 2^e édition. American Meteorological Society, Boston, MA, États-Unis d'Amérique. <http://amsglossary.allenpress.com/glossary/browse>.
- Cobo**, J.R.M., 1987: *Étude du problème de la discrimination à l'encontre des populations autochtones*. Sous-Commission de la lutte contre les mesures discriminatoires et de la protection des minorités. New York: Organisation des Nations Unies, 1987.
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement**, 1987: *Notre avenir à tous*. Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni.
- Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification**, 1994: *Article premier: Emploi des termes*. Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification. 17 juin 1994: Paris, France.
- Convention sur la diversité biologique**, 2000: *Décision VI/6: Approche par écosystème*. Cinquième réunion ordinaire de la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique, du 15 au 26 mai 2000 - Nairobi, Kenya.
- Convention sur la diversité biologique**, 2002: *Décision VII/23: Espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces*. Sixième réunion ordinaire de la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique, du 7 au 19 avril 2002 - La Haye, Pays-Bas.
- Devereux**, S., et R. Sabates-Wheeler, 2004: *Transformative social protection*. IDS Working Paper 232. Brighton, Royaume-Uni: Institute of Development Studies, University of Sussex.
- GIEC**, 1992: *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment* [Houghton, J.T., B.A. Callander, and S.K. Varney (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 116 p.
- , 1996: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg et K. Maskell (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 572 p.
- , 2000: *Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T., I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo et D.J. Dokken (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 377 p.
- , 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell et C.A. Johnson (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 881 p.
- , 2003: *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation Types* [Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe et F. Wagner (dir. publ.)]. Institut des stratégies environnementales mondiales (IGES), Japan, 32 p.
- , 2007: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, M. Marquis, K. Averyt, M.M.B. Tignor, H.L. Miller Jr. et Z. Chen (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 996 p.
- , 2011: *Workshop Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Workshop on Impacts of Ocean Acidification on Marine Biology and Ecosystems* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, K.J. Mach, G.-K. Plattner, M.D. Mastrandrea, M. Tignor et K.L. Ebi (dir. publ.)]. Service d'appui technique du Groupe de travail II du GIEC, Institut Carnegie, Stanford, Californie, États-Unis d'Amérique, 164 p.
- , 2012a: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor et P.M. Midgley (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 582 p.
- , 2012b: *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Geoengineering* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, C. Field, V. Barros, T.F. Stocker, Q. Dahe, J. Minx, K. Mach, G.-K. Plattner, S. Schlömer, G. Hansen et M. Mastrandrea (dir. publ.)]. Service d'appui technique du Groupe de travail III du GIEC, Institut de recherche de Potsdam sur les effets du changement climatique, Potsdam, Allemagne, 99 p.
- Hegerl**, G.C., O. Hoegh-Guldberg, G. Casassa, M.P. Hoerling, R.S. Kovats, C. Parmesan, D.W. Pierce et P.A. Stott, 2010: Good Practice Guidance Paper on Detection and Attribution Related to Anthropogenic Climate Change. In: *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Detection and Attribution of Anthropogenic Climate Change* [Stocker, T.F., C.B. Field, D. Qin, V. Barros, G.-K. Plattner, M. Tignor, P.M. Midgley et K.L. Ebi (dir. publ.)]. Service d'appui technique du Groupe de travail I du GIEC, Université de Berne, Berne, Suisse.
- Heywood**, V.H. (dir. publ.), 1995: *The Global Biodiversity Assessment*. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni.
- Jagers**, S.C., et J. Stripple, 2003: Climate governance beyond the state. *Global Governance*, 9, p. 385 à 399.
- Kelly**, P.M., et W.N. Adger, 2000: Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change*, 47, p. 325 à 352.
- Manning**, M.R., M. Petit, D. Easterling, J. Murphy, A. Patwardhan, H.-H. Rogner, R. Swart et G. Yohe (dir. publ.), 2004: *IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options*. Compte rendu de l'atelier. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse.
- Mastrandrea**, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe et F.W. Zwiers, 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Publié en ligne: <http://www.ipcc-wg2.gov/meetings/CGCs/index.html#UR>
- Matsuyama**, K., 2008: Poverty Traps. In: *The New Palgrave Dictionary of Economics, 2nd Edition* [Blume, L., et S. Durlauf, (dir. publ.)]. New York: Palgrave Macmillan, 2008.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA)**, 2005: *Ecosystems and Human Well-being: Current States and Trends*. World Resources Institute, Washington, D.C. [Appendice D, p. 893].
- Moss**, R., et S. Schneider, 2000: Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to Lead Authors for More Consistent Assessment and Reporting. In: *IPCC Supporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the Third Assessment Report of the IPCC* [Pachauri, R., T. Taniguchi et K. Tanaka (dir. publ.)]. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, p. 33 à 51.
- Moss**, R., M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J.F. Lamarque, M. Manning, B. Matthews, J. Meehl, L. Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. van Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J.P. van Ypersele et M. Zurek, 2008: *Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts and response strategies*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, 132 p.
- Moss**, R., J.A. Edmonds, K.A. Hibbard, M.R. Manning, S.K. Rose, D.P. van Vuuren, T.R. Carter, S. Emori, M. Kainuma, T. Kram, G.A. Meehl, J.F.B. Mitchell, N. Nakicenovic, K. Riahi, S.J. Smith, R.J. Stouffer, A.M. Thomson, J.P. Weyant et T.J. Wilbanks, 2010: The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463, p. 747 à 756.

- Nakicenovic, N.**, et R. Swart (dir. publ.), 2000: Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique, 599 p.
- O'Brien, K.**, Eriksen, S., Nygaard, L.P., Schjolden, A., 2007: Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7, 73–88.
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)**, 2003: *OECD Glossary of Statistical Terms*. OCDE, Paris, France, <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=1313>.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)**, 2000: *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2000*. Rome, Italie.
- Park, S.E.**, N.A. Marshall, E. Jakku, A.M. Dowd, S.M. Howden, E. Mendham et A. Fleming, 2012: Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. *Global Environmental Change*, 22, p. 115 à 126.
- Rosa, E.A.**, 1998: Metatheoretical Foundations for Post-Normal Risk. *Journal of Risk Research*, 1(1), 15–44.
- Rosa, E.A.**, 2003: The logical structure of the social amplification of risk framework (SARF): Metatheoretical foundation and policy implications. In: *The social amplification of risk* [Pidgeon, N., R.E.Kasperson and P. Slovic (dir. publ.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, p. 47 à 79.
- Secrétariat de la Convention de Stockholm**, 2001: *Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants*. 22 mai 2001: Stockholm, Suède.
- Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique**, 2009: *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Montréal, série technique N° 41, 126 p.
- Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies**, 2009: *Terminologie pour la prévention des risques de catastrophe*. Organisation des Nations Unies, Genève, Suisse.
- Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)**, 2000: *Lignes directrices de l'UICN pour la prévention de la perte de diversité biologique causée par des espèces exotiques envahissantes*. Établies par le Groupe de spécialistes des espèces envahissantes relevant de la Commission de la sauvegarde des espèces. Approuvées par le Conseil de l'UICN à sa 51^e réunion, Gland, Suisse, février 2000.

