



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



Bilan 2001

des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité

Rapport du Groupe de travail II du GIEC

*Contribution du Groupe de travail II au troisième rapport d'évaluation du
Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*

Table des matières

Avant-propos	v
Préface	vii
Résumé à l'intention des décideurs	3
1. Introduction	1
2. Conclusions qui se dégagent	3
2.1 Les changements climatiques qui se sont dernièrement produits au niveau régional, notamment les hausses de température, ont déjà influé sur beaucoup de systèmes physiques et biologiques	3
2.2 Selon des indications préliminaires, l'accroissement récent des inondations et des sécheresses aurait eu une incidence sur certains systèmes humains	5
2.3 Les systèmes naturels sont vulnérables à l'évolution du climat, et certains subiront des dommages irréversibles	5
2.4 Beaucoup de systèmes humains sont sensibles à l'évolution du climat, et certains sont particulièrement vulnérables	5
2.5 L'évolution projetée des phénomènes climatiques extrêmes pourrait avoir de sérieuses conséquences	6
2.6 Les effets éventuels à grande échelle, qui peuvent se révéler irréversibles, exposent à des risques qui n'ont pas encore été quantifiés de manière fiable	6
2.7 A toutes les échelles, l'adaptation est une stratégie nécessaire pour compléter les efforts visant à atténuer les effets des changements climatiques	7
2.8 Ceux qui ont le moins de ressources ont la plus faible capacité d'adaptation et sont les plus vulnérables	8
2.9 L'adaptation, le développement durable et une meilleure équité peuvent se renforcer mutuellement	8
3. Effets sur les systèmes naturels et humains et vulnérabilité de ces systèmes	11
3.1 Hydrologie et ressources en eau	11
3.2 Agriculture et sécurité alimentaire	12
3.3 Ecosystèmes terrestres et d'eau douce	12
3.4 Ecosystèmes littoraux et marins	13
3.5 Santé	13
3.6 Etablissements humains, énergie et industrie	14
3.7 Assurances et autres services financiers	15
4. Les variations de la vulnérabilité d'une région à l'autre	20
5. Amélioration des évaluations relatives aux incidences du changement climatique, aux vulnérabilités à ce changement et aux possibilités d'adaptation	20
Résumé technique	23
1. Objet et optique de l'évaluation	24
1.1 But	24
1.2 Enjeux	24
1.3 Optique	25
1.4 Incertitudes	25

2. Méthodes et outils de l'évaluation	26
2.1 Détection des réactions aux changements climatiques à l'aide d'espèces ou de systèmes indicateurs	26
2.2 Détermination de l'incidence des changements climatiques futurs	28
2.3 Evaluation globale	29
2.4 Etablissement du coût et de la valeur	29
2.5 Cadres analytiques de décision	29
3. Scénarios des changements climatiques futurs	29
3.1 Nature et utilité des scénarios	29
3.2 Scénarios des conditions socio-économiques, de l'environnement et de l'utilisation des terres	30
3.3 Scénarios de l'élévation du niveau de la mer	30
3.4 Scénarios climatiques	30
3.5 Scénarios du XXI ^e siècle	31
3.6 Amélioration possible des scénarios et de leur emploi	34
4. Systèmes naturels et humains	34
4.1 Ressources en eau	34
4.2 Agriculture et sécurité alimentaire	36
4.3 Ecosystèmes terrestres et d'eau douce	37
4.4 Zones côtières et écosystèmes marins	39
4.5 Etablissements humains, énergie et industrie	40
4.6 Assurances et autres services financiers	43
4.7 Santé humaine	47
5. Analyses régionales	48
5.1 Afrique	48
5.2 Asie	51
5.3 Australie et Nouvelle-Zélande	55
5.4 Europe	58
5.5 Amérique latine	59
5.6 Amérique du Nord	61
5.7 Régions polaires	65
5.8 Petits Etats insulaires	66
6. Adaptation, développement durable et équité	68
6.1 Capacité d'adaptation	69
6.2 Développement, durabilité et équité	74
7. Questions mondiales et synthèse	75
7.1 Détection de l'incidence des changements climatiques	75
7.2 Cinq sujets de préoccupation	76
8. Besoins d'informations	80
Glossaire	81

Avant-propos

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été établi conjointement en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) afin : i) d'évaluer les informations disponibles sur la science, les effets, les aspects socio-économiques et les options d'atténuation de l'évolution du climat et d'adaptation à cette évolution; ii) de rendre, sur demande, des avis scientifiques/techniques/socio-économiques à la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Depuis 1990, le GIEC a présenté une série de rapports d'évaluation, rapports spéciaux, notes techniques, méthodologies et autres documents devenus des ouvrages de référence largement utilisés par les gouvernants, les scientifiques et d'autres experts.

Le présent volume, qui fait partie du Troisième Rapport d'évaluation (TAR), a été élaboré par le Groupe de travail I (GT I) du GIEC. Il est essentiellement consacré à la science des changements climatiques. Il comprend 14 chapitres qui portent sur le système climatique physique, les agents de l'évolution climatique, l'analyse de l'historique des climats et des prévisions de l'évolution climatique future, ainsi que sur la détection et l'attribution de l'influence de l'homme sur l'évolution climatique récente.

Comme toujours au sein du GIEC, la réussite de l'élaboration du présent rapport est due surtout et avant tout aux connaissances, à l'enthousiasme et à la coopération d'experts du monde entier, dans de nombreuses disciplines apparentées mais différentes. Nous souhaitons exprimer

G.O.P. Obasi
Secrétaire général,
Organisation météorologique mondiale

notre gratitude à tous les coordonnateurs principaux, auteurs principaux, contributeurs, réviseurs et réviseurs experts. Ces personnes ont consacré énormément de temps et de travail à la réalisation de ce rapport et nous leur sommes extrêmement reconnaissants de leur dévouement aux activités du GIEC. Nous souhaiterions également adresser nos vifs remerciements à l'Unité de soutien technique du Groupe de travail I et au secrétariat du GIEC pour leur travail de coordination qui a permis la publication de ce nouveau rapport d'un excellent niveau. Nous sommes également reconnaissants aux gouvernements qui par leur aide ont permis la participation de leurs experts scientifiques aux travaux du GIEC et qui ont contribué au Fond d'affectation spécial du Groupe, assurant ainsi la participation essentielle d'experts des pays en développement et des pays dont l'économie se trouve en phase de transition. Nous voudrions également remercier les Gouvernements de la France, de la République-Unie de Tanzanie, de la Nouvelle-Zélande et du Canada qui ont bien voulu accueillir dans leur pays différentes conférences de rédaction, le Gouvernement de la Chine, qui a accueilli la session finale du Groupe de travail I à Shanghai, ainsi que le Gouvernement du Royaume-Uni, qui a financé l'unité de soutien technique du Groupe de travail I.

Nous exprimons enfin notre gratitude à M. Robert Watson, Président du GIEC, dont les sages conseils, le dévouement permanent et la compétence ont été précieux pour le groupe, ainsi qu'à Sir John Houghton et au Professeur Ding Yihui, Co-Présidents du Groupe de travail I, sous la direction éclairée desquels le Groupe de travail a élaboré le présent rapport.

K. Töpfer
Directeur exécutif,
Programme des Nations Unies pour l'environnement
et
Directeur général,
Office des Nations Unies, Nairobi

Préface

Ce volume, *Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, Adaptation et Vulnérabilité*, est la contribution du Groupe de travail II (GT II) au Troisième Rapport d'évaluation (TAR) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Les autres volumes constituant le TAR sont *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques* (GT I) et *Bilan 2001 des changements climatiques : Mesures d'atténuation* (GT III). Un quatrième volume, en préparation, présentera une synthèse des conclusions des trois Groupes de travail et s'attachera aux problèmes relatifs aux problèmes politiques particuliers qui se posent dans le contexte de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

Depuis les débuts du GIEC, son Groupe de travail II s'est concentré sur les incidences des changements climatiques prévus. Le présent rapport du GT II diffère quelque peu des évaluations précédentes du même groupe en termes de portée. Il aborde les problèmes d'incidences, d'adaptation et de vulnérabilité que génèrent les changements climatiques sur une gamme de systèmes et de secteurs, comme l'avait fait le Deuxième Rapport d'évaluation (SAR, publié en 1996), et comprend une évaluation régionale mise à jour à partir du *Special Report on Regional Impacts of Climate Change* (1998). Le présent rapport évalue les dimensions écologiques, sociales et économiques de ces problèmes, tandis que le précédent rapport du GT II portait essentiellement sur les dimensions écologiques. On s'est efforcé dans la nouvelle évaluation d'aborder un certain nombre de problèmes communs aux divers secteurs et systèmes couverts par le rapport du GT II ainsi que par les trois Groupes de travail du GIEC, tels que le développement durable, l'équité, les incertitudes scientifiques, les méthodes d'estimation des coûts et les cadres de la prise de décision. L'atténuation des changements climatiques, dont traitait les précédents rapports du GT II, est actuellement le sujet de la contribution du GT III au TAR.

La recherche sur les incidences des changements climatiques s'est considérablement développée depuis le SAR. Au cours des cinq dernières années, on a beaucoup appris sur les risques de dégâts que pouvaient entraîner les changements climatiques. La recherche a encore enrichi nos connaissances en ce qui concerne la vulnérabilité à ces changements d'une grande diversité de systèmes écologiques (forêts, herbages, zones humides, fleuves, lacs et environnement marin) et humains (agriculture, ressources en eau, ressources côtières, santé, institutions financières et établissement humains).

Des preuves évidentes de changement se sont accumulées dans de nombreux systèmes (par exemple, fonte des glaces, déplacement géographique d'espèces végétales et animales et modifications biologiques dans le monde animal et végétal) que l'on ne saurait dissocier du réchauffement observé au cours des dernières décennies. Ces observations apportent du volume à notre connaissance de la vulnérabilité aux changements de climat des systèmes exposés et peuvent nous aider à comprendre la vulnérabilité de ces systèmes à l'accroissement et l'accélération des changements prévus pour le XXI^e siècle. On reconnaît la vulnérabilité d'un nombre de plus en plus grand de systèmes uniques en leur genre (par exemple, glaciers, récifs de corail et atolls, mangrove, forêts boréales et tropicales, écosystèmes polaires et alpins, zones humides de la prairie et herbages autochtones résiduels). En outre, on prévoit que les changements climatiques vont faire planer sur certaines espèces un plus grand risque d'extinction. Les risques de changements de fréquence, d'intensité et de persistance des extrêmes (par exemple, vagues de chaleur, fortes précipitations, et sécheresse) et variables climatologiques (par exemple, *El Niño*/Oscillation australe) se dressent comme des facteurs déterminants en ce qui concerne les incidences et la vulnérabilité à venir. Les nombreuses interactions des changements climatiques et les diverses contraintes subies par l'environnement et les peuplements, ainsi que les corrélations entre le développement durable et les changements climatiques, sont de plus en plus mises en évidence dans les dernières recherches. Le présent rapport se fait le miroir d'analyses préliminaires basées sur cet important travail.

La valeur des mesures d'adaptation prises pour diminuer les risques de dégâts dus aux changements climatiques et à la variabilité actuelle du climat, établie dans de précédentes évaluations, a été confirmée et développée dans cette nouvelle évaluation. La compréhension des facteurs déterminants de la capacité d'adaptation a fait des progrès, confirmant la conclusion que les pays en voie de développement, et plus particulièrement les moins développés, ont beaucoup moins de capacité d'adaptation que les pays développés, ce qui contribue à les rendre très vulnérables aux effets dévastateurs des changements climatiques.

Le rapport du GT II a été compilé par 183 auteurs principaux de juillet 1998 à février 2001. De plus, 243 auteurs contributeurs ont remis des projets de texte et d'information aux auteurs principaux. Des projets de rapport ont été soumis par deux fois à la révision, la première par des experts, la

seconde par des experts et les gouvernements. Les commentaires reçus de la part de 440 réviseurs ont été analysés et assimilés avec soin pour procéder à l'édition de ce document conformément aux directives de 33 rédacteurs/réviseurs. Le rapport une fois révisé a été présenté lors d'une session du groupe d'experts du GT II tenue à Genève du 13 au 16 février 2001 à laquelle ont participé des représentants de 100 pays. Au cours de cette session, le Résumé à l'intention des décideurs a été approuvé dans le détail et le rapport complet a été accepté.

Ce rapport contient un Résumé à l'intention des décideurs (RD) et un Résumé technique (RT) en plus des 19 chapitres qui le composent. Chaque paragraphe du RD s'appuie sur les diverses sections du RT et vice versa. Les trois premiers chapitres dressent le décor du rapport en traitant du contexte des changements climatiques, des méthodes de recherche et d'évaluation, et de l'élaboration des scénarios. Les chapitres 4 à 9 évaluent l'état actuel des connaissances sur les incidences des changements climatiques, les mesures d'adaptation et la vulnérabilité pour divers secteurs ou systèmes naturels et humains. Les chapitres 10 à 17 évaluent la vulnérabilité et les inquiétudes majeures de huit régions du monde : l'Afrique, l'Asie, l'Australie/Nouvelle-Zélande, l'Europe, l'Amérique latine, l'Amérique du Nord, les régions polaires et les petits Etats insulaires. Le chapitre 18 fait la synthèse des défis, options et capacités qui se présentent en matière d'adaptation. Le chapitre 19 conclut le rapport avec une synthèse des risques induits par les changements climatiques pour les systèmes uniques en leur genre qui sont menacés, et des phénomènes météorologiques extrêmes, de l'irrégularité de la répartition des incidences, des effets globaux et des phénomènes ayant de fortes répercussions à grande échelle. On trouvera sur le Web (<http://www.ipcc.ch>) une version électronique du rapport, qui existe aussi sur CD-ROM, dans laquelle il sera facile de se référer aux mots-clés.

Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance à tous les auteurs-coordonateurs principaux, auteurs principaux, auteurs collaborateurs, éditeurs/réviseurs et examinateurs et gouvernementaux. Sans leur compétence, leur diligence, leur patience et le temps considérable qu'ils ont bénévolement consacré à cette tâche, un rapport de cette qualité n'aurait jamais pu voir le jour. Nous aimerions également remercier les membres du Bureau du Groupe de travail II de leur assistance tout au long de la préparation de ce document.

Nous tenons à remercier particulièrement Neil Leary, chef de l'Unité de soutien technique du GT II, et son équipe, Dave Dokken, Kasey Shewey White, Sandy MacCracken et Florence Ormond. Ce sont leurs inlassables efforts et les qualités dont ils ont témoigné pour coordonner l'évaluation qui ont assuré la production finale d'un document d'un très haut niveau scientifique. Nous remercions également Richard Moss pour son inestimable collaboration aux préparatifs de ce travail.

Que soient remerciés également Narasimham Sundararaman, Secrétaire du GIEC, Renate Christ, Secrétaire adjointe, et le personnel du Secrétariat du GIEC, Rudie Bourgeois, Chantal Etori et Annie Courtin, qui ont assuré le soutien logistique dans les relations avec les gouvernements et l'organisation des voyages des experts en provenance des pays en développement et des pays à économie en transition.

Robert T. Watson
Président du GIEC

James J. McCarthy et Osvaldo F. Canziani
Co-présidents du GT II

Ding Yihui
Co-Président du Groupe de travail I du GIEC

RÉSUMÉ À L'INTENTION DES DÉCIDEURS

Rapport du Groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Ce résumé, approuvé en détail par la sixième session du Groupe de travail II du GIEC (Genève, Suisse, 13-16 février 2001), constitue la déclaration officielle concertée du GIEC, concernant la sensibilité, l'adaptation et la vulnérabilité des systèmes naturels et humains face à l'évolution du climat, et les conséquences potentielles de cette évolution.

Basé sur un projet élaboré par :

Q.K. Ahmad, Oleg Anisimov, Nigel Amell, Sandra Brown, Ian Burton, Max Campos, Osvaldo Canziani, Timothy Carter, Stewart J. Cohen, Paul Desanker, William Easterling, B. Blair Fitzharris, Donald Forbes, Habiba Gitay, Andrew Githeko, Patrick Gonzalez, Duane Gubler, Sujata Gupta, Andrew Haines, Hideo Harasawa, Jarle Inge Holten, Bubu Pateh Jallow, Roger Jones, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Emilio Lebre La Rovere, Neil Leary, Rik Leemans, Chunzhen Liu, Chris Magadza, Martin Manning, Luis Jose Mata, James McCarthy, Roger McLean, Anthony McMichael, Kathleen Miller, Evan Mills, M. Monirul Qader Mirza, Daniel Murdiyarso, Leonard Nurse, Camille Parmesan, Martin Parry, Jonathan Patz, Michel Petit, Olga Pilifosova, Barrie Pittock, Jeff Price, Terry Root, Cynthia Rosenzweig, Jose Sarukhan, John Schellnhuber, Stephen Schneider, Robert Scholes, Michael Scott, Graham Sem, Barry Smit, Joel Smith, Brent Sohngen, Alla Tsyban, Jean-Pascal van Ypersele, Pier Vellinga, Richard Warrick, Tom Wilbanks, Alistair Woodward, David Wratt, et beaucoup de réviseurs.

Résumé à l'intention des décideurs

1. Introduction

Le rapport du Groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), intitulé *Bilan 2001 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité*¹, traite de la sensibilité, de la capacité d'adaptation et de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains au changement climatique ainsi que des conséquences potentielles de ce changement. Il s'appuie sur les précédents rapports d'évaluation du GIEC, en réexamine les principales conclusions et prend en compte les résultats des dernières recherches.^{2,3}

Les changements observés du climat, leurs causes et les changements susceptibles de se produire à l'avenir sont l'objet du rapport du Groupe de travail I du GIEC, intitulé *Bilan 2001 des changements climatiques : les éléments scientifiques*. Dans les conclusions de ce rapport, il est notamment indiqué que la température moyenne à la surface du globe a augmenté de $0,6 \pm 0,2$ °C pendant le XX^e siècle. On y précise aussi que d'ici 2100, pour la série de scénarios envisagés dans le *Rapport spécial sur les scénarios d'émissions* du GIEC et selon les projections de modèles, la température moyenne de l'air à la surface du globe devrait augmenter de 1,4 à 5,8 °C et le niveau moyen de la mer de 9 à 88 cm par rapport à 1990. Toujours d'après ces projections, ce réchauffement varierait selon les régions et s'accompagnerait d'une augmentation ou d'une diminution de la pluviosité. En outre, des changements devraient se produire pour ce qui est de la variabilité du climat ainsi que de la fréquence et de l'intensité de certains phénomènes climatiques extrêmes. Ces caractéristiques générales du changement climatique ont des répercussions sur les systèmes naturels et humains et délimitent le champ de l'évaluation du Groupe de travail II. La documentation disponible ne fait encore état d'aucune recherche portant sur les incidences du changement climatique et sur l'adaptation et la vulnérabilité à ce changement lorsque celui-ci coïncide avec le réchauffement maximal projeté.

Le présent Résumé à l'intention des décideurs, qui a été approuvé par les gouvernements membres du GIEC à Genève en février 2001, décrit l'état actuel de nos connaissances pour ce qui concerne les incidences du changement climatique et l'adaptation et la vulnérabilité à ce changement ainsi que les incertitudes qui demeurent en la matière. De plus amples renseignements figurent dans le rapport complet.⁴ Dans la section 2 du Résumé à l'intention des décideurs, on trouve un certain nombre de conclusions générales fondées sur la synthèse des informations

données dans le rapport complet. Chacune de ces conclusions porte sur une dimension particulière des incidences de l'évolution du climat et de l'adaptation et de la vulnérabilité à cette évolution, sans qu'aucune de ces dimensions ne prévale. La section 3 présente des conclusions concernant divers systèmes naturels et humains et la section 4 met en lumière quelques-unes des préoccupations propres à différentes régions du monde. Enfin, la section 5 identifie les domaines de recherche auxquels il faut donner la priorité pour faire progresser notre compréhension des conséquences éventuelles du changement climatique et des possibilités d'adaptation à ce changement.

2. Conclusions qui se dégagent

2.1 Les changements climatiques qui se sont dernièrement produits au niveau régional, notamment les hausses de température, ont déjà influé sur beaucoup de systèmes physiques et biologiques

Comme le montrent les données d'observation disponibles, les changements du climat à l'échelle régionale, en particulier les hausses de température, ont déjà eu une influence sur un large éventail de systèmes physiques et biologiques dans de nombreuses parties du globe. Parmi les changements observés, on peut mentionner le retrait des glaciers, le dégel du pergélisol, le gel tardif et la dislocation précoce de la glace sur les rivières et les lacs, l'allongement de la période de végétation aux latitudes moyennes à élevées, la progression en altitude ou le déplacement vers les pôles des aires de distribution géographique d'un certain nombre d'espèces végétales et animales, la régression de certaines populations végétales et animales et la précocité de la floraison des arbres, de l'apparition des insectes et de la ponte des oiseaux (voir la figure SPM 1). Certaines corrélations entre l'évolution des températures à l'échelle régionale et les changements observés des systèmes physiques et biologiques ont été établies dans nombre de milieux marins, terrestres et aquatiques. [2.1, 4.3, 4.4, 5,7 et 7,1]

Les études mentionnées ci-dessus et illustrées à la figure SPM 1 sont le fruit du dépouillement des documents disponibles, qui a permis de recenser des études de longue durée – en règle générale sur une période de 20 ans ou plus – ayant trait à des modifications des systèmes physiques et biologiques qui pourraient être en corrélation

¹ Par *changement climatique*, le GIEC entend toute évolution du climat dans le temps, qu'elle soit due à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. Cette définition est différente de celle de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, où l'on entend par changements climatiques 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."

² Ce rapport a été rédigé par 183 auteurs-coordonateurs principaux et auteurs principaux et 243 auteurs collaborateurs. Il a été revu et corrigé par 440 spécialistes désignés par les gouvernements et autres examinateurs experts, et 33 éditeurs réviseurs ont contrôlé le processus de révision.

³ Des délégations de 100 pays membres du GIEC ont participé à la sixième session du Groupe de travail II, qui s'est tenue à Genève du 13 au 16 février 2001.

⁴ Un résumé plus complet de ce rapport figure dans le Résumé technique, dont les sections pertinentes sont indiquées entre crochets à la fin des paragraphes du Résumé pour les décideurs, à l'intention des lecteurs qui ont besoin de renseignements plus détaillés.

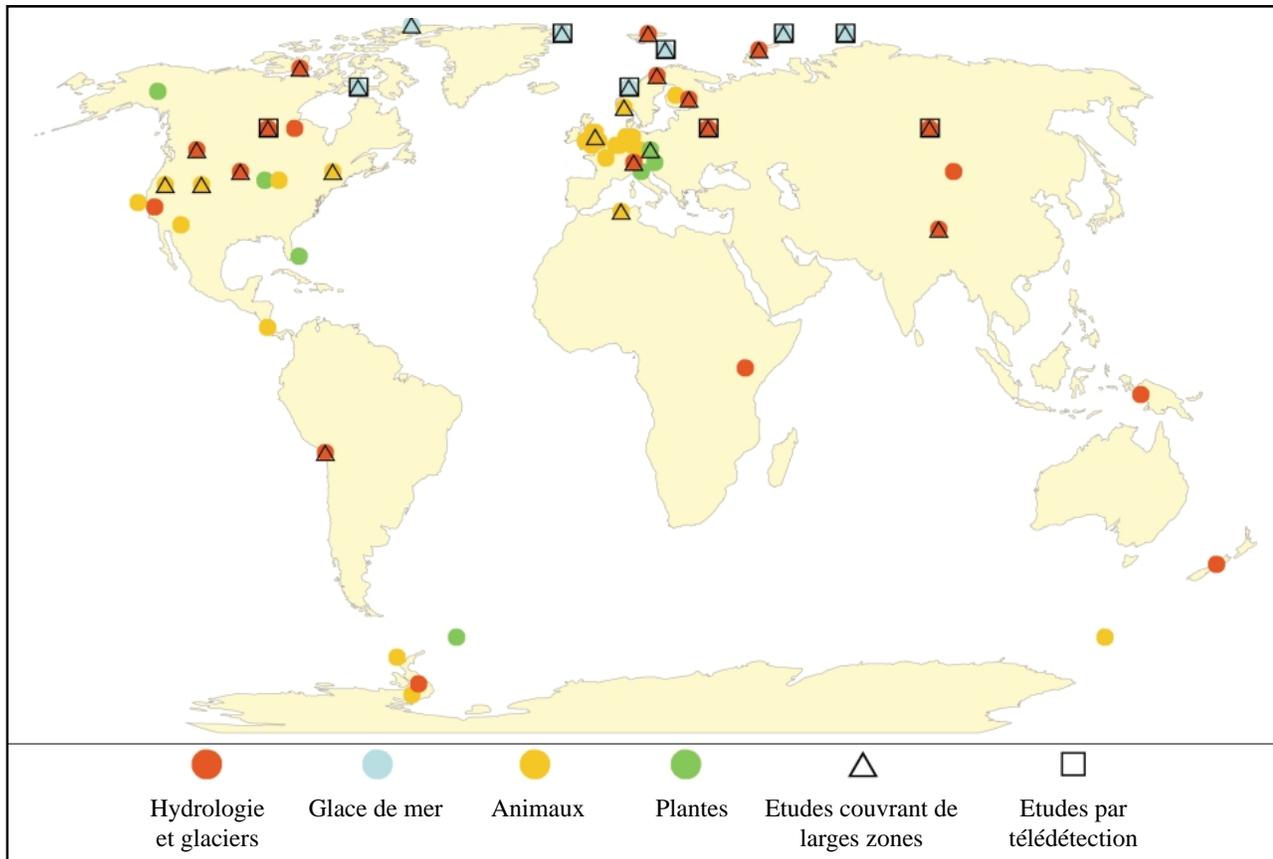


Figure SPM 1 — Emplacements où des études à long terme systématiques répondent à des critères stricts pour documenter des incidences récentes de changements climatiques régionaux liés aux températures sur les systèmes physiques et biologiques. Les données sur l'hydrologie, le recul des glaces et la glace de mer représentent des tendances décennales à séculaires. Les données sur les écosystèmes terrestres et marins représentent des tendances sur au moins deux décennies. Les études par télédétection portent sur des zones étendues. Les données correspondent à des impacts simples où multiples conformes aux mécanismes connus de réponse des systèmes physiques/biologiques à des changements régionaux observés liés à la température. Pour des impacts signalés qui sont étalés sur des zones étendues un site représentatif a été choisi sur la carte.

avec des variations régionales de la température⁵. Dans la plupart des cas où de telles modifications ont été détectées, elles se sont révélées conformes aux prévisions fondées sur des mécanismes connus. La probabilité que les changements observés s'effectuent dans la direction prévue (abstraction faite de leur ampleur) par le seul fait du hasard est négligeable. Dans de nombreuses régions du globe, les incidences liées aux précipitations peuvent être d'une grande importance. A l'heure actuelle, on manque de données climatiques et biophysiques portant simultanément sur une période d'une durée suffisante (deux décennies ou plus) pour procéder à une évaluation valable de ces incidences.

Des facteurs comme la pollution ou le changement d'affectation des sols influent également sur ces systèmes physiques et biologiques, compliquant ainsi la détermination des causes des

changements observés dans certains cas particuliers. Cependant, pris dans leur ensemble, ces changements demeurent cohérents quant à leur direction, quels que soient les lieux et/ou les régions considérés (voir la figure SPM 1), et correspondent aux effets prévus des variations régionales de la température. Ainsi, à la lumière de l'ensemble des faits, on peut affirmer avec un *degré de confiance élevé*⁶ que les variations récentes de la température à l'échelle régionale ont eu des répercussions discernables sur beaucoup de systèmes physiques et biologiques.

⁵ On dispose de 44 études régionales portant sur plus de 400 plantes et animaux, étalées sur environ 20 à 50 ans, principalement en Amérique du Nord, en Europe et dans la région polaire australe. On dispose aussi de 16 études régionales portant sur une centaine de processus physiques dans la plupart des régions du monde, étalées sur environ 20 à 150 ans. On trouvera des précisions à ce sujet dans la section 7.1 du Résumé technique.

⁶ Dans le présent Résumé à l'intention des décideurs, les termes suivants ont été employés de la manière appropriée pour indiquer des estimations du degré de confiance basées sur des jugements collectifs des auteurs à partir des observations, des données de modélisation et des théories qu'ils ont étudié : *très élevé* (95% de probabilité ou plus), *élevé* (67-95%), *moyen* (33-67%), *faible* (5-33%), *très faible* (5% ou moins). Dans d'autres cas, une échelle qualitative a été utilisée pour évaluer le niveau de compréhension scientifique : *bien établi*, *établi mais incomplet*, *explications divergentes et spéculatif*. La démarche adoptée pour évaluer le degré de confiance et le niveau de compréhension scientifique et les définitions des termes correspondants sont présentées à la section 1.4 du Résumé technique. Chaque fois qu'ils sont employés dans le Résumé à l'intention des décideurs, ces termes renvoient à une note de bas de page et sont en italique.

2.2 Selon des indications préliminaires, l'accroissement récent des inondations et des sécheresses aurait eu une incidence sur certains systèmes humains

Il apparaît de plus en plus clairement que certains systèmes sociaux et économiques ont subi les effets de l'accroissement récent de la fréquence des inondations et des sécheresses dans certaines zones. Cependant, ces systèmes sont également sensibles à l'évolution de facteurs socio-économiques tels que les déplacements de populations ou les changements d'affectation des sols, et l'influence respective des facteurs climatiques et des facteurs socio-économiques est généralement difficile à quantifier. [4.6 et 7.1]

2.3 Les systèmes naturels sont vulnérables à l'évolution du climat, et certains subiront des dommages irréversibles

Certains systèmes naturels sont particulièrement vulnérables à l'évolution du climat du fait de leur capacité d'adaptation limitée (voir l'encadré SPM 1), et quelques-uns d'entre eux peuvent subir des dommages considérables et irréversibles. Les systèmes naturels menacés comprennent les glaciers, les récifs coralliens et les atolls, les mangroves, les forêts boréales et tropicales, les écosystèmes polaires et alpins, les prairies humides et les pâturages naturels résiduels. Même si l'abondance et l'aire de distribution géographique de quelques espèces peuvent augmenter, le changement climatique accentuera les risques d'extinction auxquels sont déjà exposées un certain nombre d'espèces plus vulnérables ainsi que les risques d'atteinte à la diversité biologique. Il est *bien établi*⁶ que l'ampleur géographique des dommages ou des pertes et le nombre des systèmes affectés augmenteront proportionnellement à l'ampleur et à la rapidité du changement climatique (voir la figure SPM 2). [4.3 et 7.2.1]

2.4 Beaucoup de systèmes humains sont sensibles à l'évolution du climat, et certains sont particulièrement vulnérables

Les systèmes humains qui sont sensibles à l'évolution du climat comprennent principalement les ressources en eau; l'agriculture (particulièrement pour ce qui concerne la sécurité alimentaire) et la foresterie; les zones côtières et les systèmes marins (pêches); les établissements humains, l'énergie et l'industrie; les assurances et autres services financiers et la santé. La vulnérabilité de ces systèmes varie selon l'emplacement géographique, le moment considéré et les conditions sociales, économiques et environnementales. [4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 et 4.7]

Selon des projections effectuées à l'aide de modèles ou déduites d'autres études, les répercussions les plus fâcheuses du changement climatique seront les suivantes :

- une réduction générale des rendements potentiels des cultures dans la plupart des régions tropicales et subtropicales pour la plupart des élévations projetées de la température; [4.2]
- une réduction générale, à quelques écarts près, des rendements potentiels des cultures dans la plupart des régions des latitudes moyennes pour une augmentation de la température moyenne annuelle de plus de quelques («a few») degrés Celsius; [4.2]
- une diminution des disponibilités en eau pour les populations de nombreuses régions aréiques, particulièrement dans les zones subtropicales; [4.1]
- une augmentation du nombre de personnes exposées à des maladies à transmission vectorielle (par exemple le paludisme) ou à des maladies hydriques (par exemple le choléra) et de la mortalité due aux agressions thermiques; [4.7]
- une augmentation généralisée du risque d'inondation de nombreux établissements humains (des dizaines de millions de personnes pour ce qui est des établissements étudiés) due à la fois à l'augmentation des épisodes de fortes précipitations et à l'élévation du niveau de la mer; [4.5]
- une augmentation de la demande d'énergie à des fins de climatisation en raison de la hausse des températures estivales. [4.5]

Selon des projections effectuées à l'aide de modèles ou déduites d'autres études, les répercussions favorables du changement climatique seront les suivantes :

- une augmentation des rendements potentiels des cultures dans certaines régions des latitudes moyennes pour une augmentation de la température de moins de quelques («a few») degrés Celsius; [4.2]
- une augmentation possible de l'offre mondiale de bois d'œuvre en provenance de forêts gérées de manière appropriée; [4.3]
- un accroissement des disponibilités en eau pour les populations de certaines régions aréiques – par exemple dans certaines parties du Sud-Est asiatique; [4.1]
- une diminution de la mortalité hivernale aux latitudes moyennes à élevées; [4.7]
- une réduction de la demande d'énergie à des fins de chauffage en raison de la hausse des températures hivernales. [4.5]

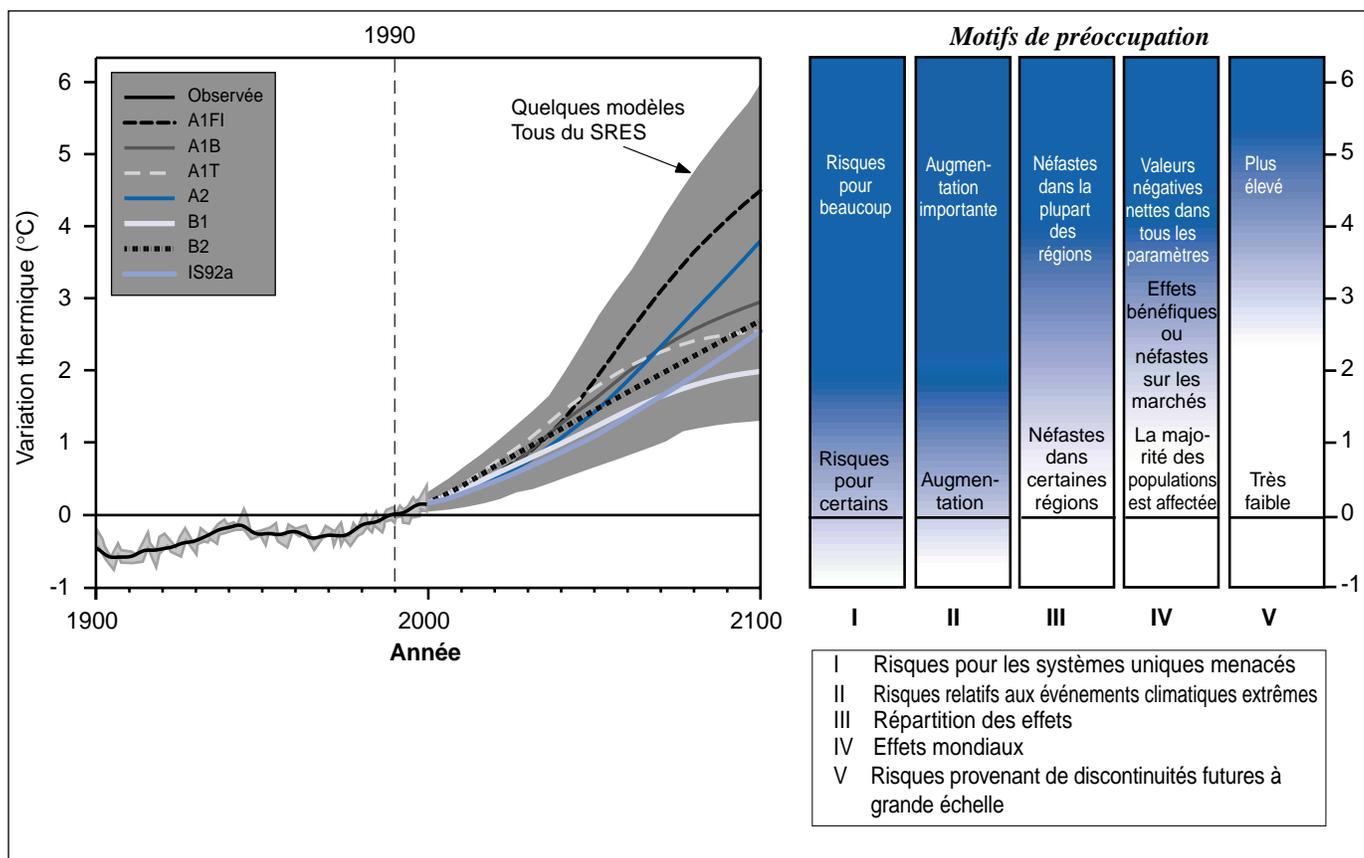


Figure SPM 2 : Motifs de préoccupation quant aux incidences projetées des changements climatiques. Les risques d'effets nocifs de ces changements s'accroissent avec leur ampleur. La partie gauche de la figure fait apparaître les élévations de température observées par rapport à 1990 et la fourchette des estimations projetées après 1990, selon des estimations faites par le Groupe de travail I du GIEC pour des scénarios du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions. La partie droite présente des conceptualisations pour cinq motifs de préoccupation au sujet des risques causés par l'évolution du climat jusqu'en 2100. Les incidences ou les risques neutres ou faiblement négatifs ou positifs sont indiqués en blanc, les incidences négatives pour quelques systèmes ou les risques faibles sont indiqués en bleu clair, et les incidences négatives ou les risques plus répandus et/ou de plus grande ampleur sont indiqués en bleu foncé. L'évaluation des impacts ou des risques tient seulement compte de l'ampleur du changement, et pas de son rythme. Dans cette figure la variation annuelle moyenne de la température mondiale est utilisée comme approximation de l'ampleur des changements climatiques, mais les impacts projetés seront fonction, entre autres facteurs, de l'ampleur et du rythme des changements mondiaux et régionaux du climat moyen, de la variabilité du climat et des phénomènes climatiques extrêmes, des conditions sociales et économiques et de l'adaptation.

2.5 L'évolution projetée des phénomènes climatiques extrêmes pourrait avoir de sérieuses conséquences

Les pertes en vies humaines, les souffrances et les dommages causés par des phénomènes tels que les sécheresses, les inondations, les vagues de chaleur, les avalanches et les tempêtes mettent en lumière la vulnérabilité des sociétés humaines et des systèmes naturels à l'égard des phénomènes climatiques extrêmes. Si des incertitudes demeurent quant à l'estimation de ces changements, les projections semblent indiquer que certains phénomènes extrêmes augmenteront de fréquence et/ou d'intensité au XXI^e siècle en raison de l'évolution des moyennes climatiques et/ou de la variabilité du climat, et l'on peut donc s'attendre que leurs incidences gagnent en ampleur avec le réchauffement de la planète (voir la figure SPM 2). Toujours selon les projections, il semble qu'à l'inverse les phénomènes extrêmes liés aux basses températures, notamment les vagues de froid, diminueront de fréquence et d'intensité, avec des effets favorables et défavorables. On prévoit cependant que les plus

pauvres subiront de manière disproportionnée les conséquences de l'évolution des phénomènes climatiques extrêmes. Quelques exemples représentatifs des effets de cette évolution projetée de la variabilité du climat et des phénomènes climatiques extrêmes sont présentés dans le tableau SPM 1. [3.5, 4.6, 6 et 7.2.4]

2.6 Les effets éventuels à grande échelle, qui peuvent se révéler irréversibles, exposent à des risques qui n'ont pas encore été quantifiés de manière fiable

L'évolution projetée du climat⁷ durant le XXI^e siècle pourrait entraîner des modifications à grande échelle, peut-être irréversibles, des systèmes de la planète, dont les effets seraient perceptibles à l'échelle continentale et mondiale. Ces possibilités

⁷ Des précisions sur les changements climatiques projetés, illustrés à la figure SPM 2, figurent dans le Résumé à l'intention des décideurs établi par le Groupe de travail I.

Encadré N° 1— Changements climatiques – Sensibilité, capacité d'adaptation et vulnérabilité

Sensibilité

Proportion dans laquelle un système est influencé, favorablement ou défavorablement, par des *stimuli* liés au climat. Ces *stimuli* englobent tous les éléments liés aux changements climatiques, dont les caractéristiques climatiques moyennes, la variabilité du climat, la fréquence et l'ampleur des extrêmes. Les effets peuvent être directs (par exemple une modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple des dommages causés par la fréquence accrue des inondations de zones côtières dues à l'élévation du *niveau de la mer*)

Capacité d'adaptation

Capacité d'un système de s'adapter aux changements climatiques (notamment à la variabilité du climat et aux phénomènes extrêmes), de façon à atténuer les dommages potentiels, à tirer parti des possibilités offertes et à faire face aux conséquences.

Vulnérabilité

Mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation.

dépendent largement des scénarios climatiques, et toute une série de scénarios plausibles n'ont pas encore été évalués. A titre d'exemple, on peut à cet égard mentionner le ralentissement marqué de la circulation océanique qui transporte les eaux chaudes vers l'Atlantique Nord, la forte réduction des nappes de glace du Groenland et de la partie ouest de l'Antarctique, le réchauffement accéléré de la planète par suite de rétroactions du cycle du carbone dans la biosphère terrestre ainsi que des rejets de carbone terrestre à partir de zones à pergélisol et des émissions de méthane provenant d'hydrates présents dans les sédiments côtiers. La probabilité d'un grand nombre de ces modifications des systèmes de la planète est mal connue, mais elle est sans doute très faible; on prévoit cependant qu'elle augmentera en proportion du rythme, de l'ampleur et de la durée des changements climatiques (voir la figure SPM 2). [3.5, 5.7 et 7.2.5]

Si ces modifications des systèmes de la planète devaient se produire, leurs effets seraient multiples et durables. A titre d'exemple, un ralentissement marqué de la circulation thermohaline aurait une incidence sur la teneur en oxygène des eaux profondes et l'absorption du carbone par les océans et les écosystèmes marins et réduirait le réchauffement dont bénéficient certaines parties de l'Europe. La désintégration de la nappe glaciaire de l'Antarctique ouest et la fonte de l'inlandsis groenlandais pourraient entraîner une élévation du niveau de la mer qui pourrait atteindre trois mètres pendant les 1000 ans à venir⁸, provoquant la submersion de beaucoup d'îles et l'inondation de vastes zones côtières. Selon le rythme de la fonte des glaces, la vitesse et l'ampleur de l'élévation du niveau de la mer pourraient grandement outrepasser la capacité des systèmes humains et naturels de s'adapter sans de trop lourdes conséquences. Sous l'effet du réchauffement, les rejets de carbone

terrestre à partir des zones à pergélisol et les émissions de méthane en provenance des hydrates présents dans les sédiments côtiers contribueraient encore à augmenter la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et à amplifier le changement climatique. [3.5, 5.7 et 7.2.5]

2.7 A toutes les échelles, l'adaptation est une stratégie nécessaire pour compléter les efforts visant à atténuer les effets des changements climatiques

Si l'adaptation peut contribuer à atténuer les effets néfastes des changements climatiques et à renforcer leurs effets bénéfiques, elle aura cependant un certain coût et ne parera pas à tous les dommages. Pour répondre aux préoccupations relatives à la vulnérabilité et à l'adaptation aux changements climatiques, il faut tenir compte non seulement de l'évolution des conditions climatiques moyennes, mais aussi des événements extrêmes, de la variabilité du climat et du rythme de ces changements. Les systèmes naturels et humains s'adapteront jusqu'à un certain point au changement climatique d'une manière autonome. L'adaptation planifiée peut compléter l'adaptation autonome, mais les solutions envisageables et les mesures incitatives sont d'une plus grande importance pour l'adaptation des systèmes humains que pour l'adaptation visant à protéger les systèmes naturels. L'adaptation est une stratégie qu'il faut appliquer à toutes les échelles pour conforter les efforts déployés en matière d'atténuation des effets du changement climatique. [6]

On peut tirer parti de l'expérience acquise dans le domaine de l'adaptation à la variabilité du climat et aux phénomènes climatiques extrêmes pour élaborer des stratégies pertinentes d'adaptation aux changements climatiques prévus. L'adaptation à la variabilité présente du climat et aux phénomènes extrêmes actuels a souvent des effets positifs, en même temps qu'elle sert de base pour faire face au changement climatique futur. Cependant, l'expérience montre

⁸ Des précisions sur les projections concernant le rôle que devraient jouer les nappes glaciaires de l'Antarctique occidentale et du Groenland dans l'élévation du niveau de la mer figurent dans le Résumé à l'intention des décideurs établi par le Groupe de travail I.

également que la pleine réalisation des possibilités d'adaptation se heurte à des contraintes. En outre, certaines décisions fondées sur des considérations à court terme, une appréciation négligente de la variabilité avérée du climat, un manque de clairvoyance, une sous-information et une confiance excessive dans les mécanismes d'assurance peuvent aboutir à une adaptation inopportune, consistant par exemple à favoriser le développement de zones à risque. [6]

2.8 Ceux qui ont le moins de ressources ont la plus faible capacité d'adaptation et sont les plus vulnérables

La capacité des systèmes humains de s'adapter et de faire face au changement climatique est conditionnée par des facteurs tels que la richesse, les moyens techniques, l'éducation, l'information, les compétences, l'infrastructure, l'accès aux ressources et le potentiel de gestion. Les pays développés et en développement ont la possibilité d'acquiescer cette capacité ou de la renforcer. Les populations et les communautés sont très diversement favorisées pour ce qui est des facteurs évoqués ci-dessus, et les pays en développement – notamment les pays les moins avancés – sont généralement les plus défavorisés à cet égard. De ce fait, ces pays ont une capacité d'adaptation moindre et sont plus vulnérables aux dommages causés par les changements climatiques – tout comme ils sont plus vulnérables à d'autres contraintes –, et ce sont les couches les plus pauvres de leurs populations qui sont les moins bien loties sous ce rapport. [6.1; voir aussi 5.1.7, 5.2.7, 5.3.5, 5.4.6, 5.6.1, 5.6.2, 5.7 et 5.8.1 pour des informations de portée régionale]

Les avantages et les coûts des effets du changement climatique ont été chiffrés et totalisés à l'échelle nationale, régionale et mondiale. Ces valeurs estimées ne tiennent généralement pas compte des effets du changement pour ce qui est de la variabilité du climat et des phénomènes climatiques extrêmes, ni des différences de rythme de ce changement, et ne tiennent compte qu'en partie des incidences du changement climatique sur les biens et services qui ne font pas l'objet de transactions commerciales. Ces omissions risquent de donner lieu à des sous-estimations des pertes et à des surestimations des gains sur le plan économique. Les valeurs estimées des incidences cumulées prêtent à controverse, parce qu'elles reposent sur l'hypothèse selon laquelle les avantages dont bénéficient certains compensent les pertes subies par d'autres et que les coefficients de pondération utilisés pour la totalisation sont nécessairement subjectifs. [7.2.2 et 7.2.3]

En dépit des restrictions formulées ci-dessus, les quelques valeurs estimées publiées semblent indiquer que, dans bon nombre de pays en développement, l'élévation de la température moyenne à l'échelle du globe⁹ entraînera des pertes économiques nettes quelle que soit l'ampleur du réchauffement

considérée (*degré de confiance faible*⁶) et que l'ampleur de ces pertes sera proportionnelle à celle du réchauffement (*degré de confiance moyen*⁶). En revanche, dans les pays développés, une hausse de la température mondiale moyenne ne dépassant pas quelques (« a few ») degrés Celsius se traduirait à la fois par des gains et par des pertes économiques (*degré de confiance faible*⁶), et par des pertes économiques seulement si la température devait s'élever davantage (*degré de confiance moyen*⁶). La répartition projetée des incidences économiques est telle qu'elle entraînera une disparité accrue des conditions de vie dans les pays développés et les pays en développement, cette disparité s'accroissant d'autant plus que l'élévation projetée de la température sera forte (*degré de confiance moyen*⁶). Le fait que, selon les estimations, ces incidences seront plus dommageables aux pays en développement reflète en partie la moindre capacité d'adaptation de ces pays, par rapport aux pays développés. [7.2.3]

Totalisé à l'échelle du globe, le produit intérieur brut (PIB) mondial pourrait augmenter ou diminuer de quelques points de pourcentage pour une élévation de la température moyenne à la surface du globe ne dépassant pas quelques (« a few ») degrés Celsius (*degré de confiance faible*⁶), et des pertes nettes plus importantes s'ensuivraient dans le cas d'une élévation plus grande (*degré de confiance moyen*⁶) (voir la figure SPM 2). D'après les projections, il y aura plus de personnes affectées par les changements climatiques que de personnes qui en tireront profit, même dans le cas d'une élévation inférieure à quelques degrés (« a few ») de la température moyenne à la surface du globe (*degré de confiance faible*⁶). Ces résultats sont sensibles aux hypothèses concernant les changements climatiques à l'échelle régionale, le niveau de développement, la capacité d'adaptation, le rythme du changement, le mode d'évaluation des incidences et les méthodes utilisées pour la totalisation des gains et des pertes monétaires, y compris le choix du taux d'escompte. [7.2.2]

Le changement climatique devrait avoir des effets plus marqués dans les pays en développement pour ce qui est des pertes en vies humaines et des répercussions connexes sur l'investissement et l'économie. Par exemple, les dommages en pourcentage du PIB causés par les phénomènes climatiques extrêmes ont été beaucoup plus importants dans les pays en développement que dans les pays développés. [4.6]

2.9 L'adaptation, le développement durable et une meilleure équité peuvent se renforcer mutuellement

Beaucoup de communautés et de régions qui sont vulnérables aux changements climatiques subissent également des contraintes liées, par exemple, à la croissance démographique, à l'épuisement des ressources et à la pauvreté. Les politiques destinées à atténuer les pressions sur les ressources, à faciliter la gestion des risques environnementaux et à améliorer les conditions de vie des couches les plus pauvres de la société peuvent également contribuer à faire progresser le développement durable et l'équité, à renforcer la capacité d'adaptation et à réduire la vulnérabilité au climat et à d'autres

⁹ La variation de la température moyenne à la surface du globe est utilisée comme indicateur de l'ampleur des changements climatiques. Les expositions liées à des scénarios qui sont prises en compte dans ces études incluent des variations selon les régions des températures, des précipitations et d'autres variables climatiques.

Tableau SPM 1 : Quelques conséquences des changements attendus dans les phénomènes climatiques extrêmes

Nature et vraisemblance ^a des changements attendus au XXI ^e siècle dans les phénomènes climatiques extrêmes	Exemples représentatifs des conséquences attendues ^b (toujours avec un <i>degré élevé de confiance</i> dans certaines régions ^c)
Extrêmes simples	
Températures maximales plus élevées, plus de journées chaudes et de vagues de chaleur ^d sur presque toutes les terres émergées (<i>très probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Hausse de l'incidence des décès et des maladies graves chez les personnes âgées et les pauvres en milieu urbain [4.7] • Augmentation du stress thermique chez le bétail et dans la faune [4.2 et 4.3] • Modification des destinations touristiques [Tableau TS-4 et 5.8] • Aggravation des risques de dommages à certaines cultures [4.2] • Augmentation de la consommation électrique pour le refroidissement et baisse de la fiabilité des approvisionnements énergétiques [Tableau TS-4 et 4.5]
Températures minimales plus élevées, moins de journées froides, de jours de gel et de vagues de froid ^d sur presque toutes les terres émergées (<i>très probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de la morbidité et de la mortalité liée au froid [4.7] • Atténuation des risques de dommages à certaines cultures, aggravation pour d'autres [4.2] • Extension de l'aire de répartition et de l'activité de certains animaux nuisibles et vecteurs de maladies [4.2 et 4.3] • Diminution de la consommation énergétique pour le chauffage [4.5]
Episodes de précipitations intenses plus fréquents (<i>très probable^a</i> , sur de nombreuses régions)	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des dommages provoqués par les inondations, les glissements de terrain, les avalanches et les coulées de boue [4.5] • Accélération de l'érosion des sols [5.2.4] • Accélération possible de la recharge de certaines nappes des plaines d'inondation par l'augmentation de l'écoulement de crue [4.1] • Accentuation des pressions sur l'Etat, les régimes privés • d'assurance-inondation et les programmes d'assistance aux sinistrés [Tableau TS-4 et 4.6]
Extrêmes complexes	
Assèchement estival plus accentué à l'intérieur de la plupart des continents aux latitudes moyennes et risque de sécheresse (<i>probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse du rendement des cultures [4.2] • Aggravation des dommages aux fondations des ouvrages dus au retrait des sols [Tableau TS-4] • Diminution de la quantité et de la qualité des ressources en eau [4.1 et 4.5] • Augmentation des risques de feux de forêt [5.4.2]
Pointes de vent plus intenses et moyennes et pointes de précipitations plus intenses lors des cyclones tropicaux (<i>probable^a</i> , dans certaines régions) ^e	<ul style="list-style-type: none"> • Aggravation des risques de décès, d'épidémies infectieuses et de nombreux autres phénomènes [4.7] • Accélération de l'érosion des côtes et aggravation des dommages aux ouvrages et bâtiments côtiers [4.5 et 7.2.4] • Aggravation des dommages aux écosystèmes côtiers tels les récifs coralliens et les mangroves [4.4]
Sécheresses et inondations plus intenses associées aux épisodes <i>El Niño</i> dans de nombreuses régions différentes (<i>probable^a</i>) [Voir aussi Episodes de précipitations intenses et Sécheresse]	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la productivité des terres agricoles et des parcours dans les régions sujettes à la sécheresse et aux inondations [4.3] • Baisse du potentiel hydroélectrique dans les régions sujettes à la sécheresse [5.1.1 et Figure TS-7]
Variabilité plus grande des précipitations lors de la mousson d'été en Asie (<i>probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de l'ampleur des inondations et des sécheresses et aggravation des dommages en Asie tempérée et tropicale [5.2.4]
Tempêtes plus intenses aux latitudes moyennes (peu de concordance entre les modèles actuels) ^d	<ul style="list-style-type: none"> • Aggravation des risques pour la santé et la vie humaine [4.7] • Augmentation des pertes de biens et d'infrastructure [Tableau TS-4] • Aggravation des dommages aux écosystèmes côtiers [4.4]

^a La vraisemblance renvoie à l'appréciation du degré de confiance, selon l'échelle utilisée par le Groupe de travail I : très probable (90 à 99 % de chances), probable (66 à 90 % de chances). Sauf indication contraire, les informations sur les phénomènes climatiques proviennent du Résumé à l'intention des décideurs, TAR GTI.

^b Ces conséquences pourraient être amoindries par des mesures de parade adaptées.

^c Selon les informations tirées d'autres chapitres de ce rapport; un degré élevé de confiance correspond à une probabilité de 67 à 95 % comme cela est indiqué dans la note 6 du Résumé à l'intention des décideurs, TAR GTII.

^d Informations tirées du Résumé technique, TAR GTI, section F.5.

^e Des changements dans la distribution régionale des cyclones tropicaux sont possibles mais ils n'ont pas été établis.

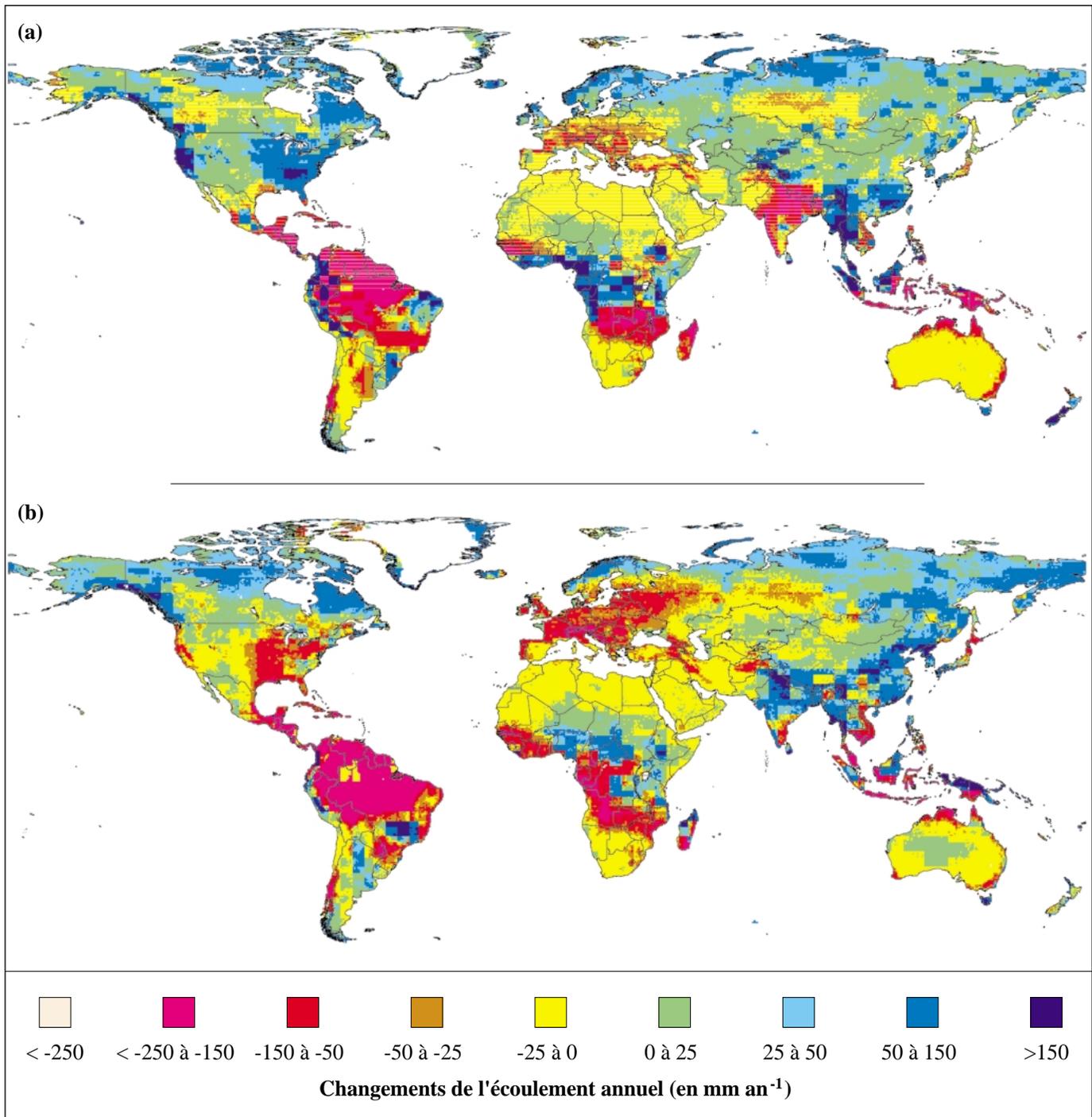


Figure SPM 3 : Les variations projetées du ruissellement annuel moyen d'ici 2050, par rapport au ruissellement moyen pour 1961-1990, suivent largement les variations projetées des précipitations. Les variations du ruissellement sont calculées à l'aide d'un modèle hydrologique utilisant comme entrées des projections climatiques provenant de deux versions du modèle de circulation générale atmosphère-océan (MCGAO) du Hadley Centre, pour un scénario d'accroissement de 1 % par an de la teneur effective en dioxyde de carbone de l'atmosphère : *a*) HadCM2 (moyenne d'ensemble); *b*) HadCM3. Les accroissements projetés du ruissellement à des latitudes élevées et en Asie du sud-est et les diminutions en Asie centrale, autour de la Méditerranée, en Afrique australe et en Australie recourent sensiblement les expériences du Hadley Centre et les projections des précipitations selon d'autres expériences de MCGAO. Pour d'autres régions du monde, les variations des précipitations et du ruissellement dépendent des scénarios et des modèles.

contraintes. La prise en compte des risques climatiques dans les programmes de développement mis en œuvre au plan national et international peut favoriser le progrès de l'équité et du développement durable tout en atténuant la vulnérabilité au changement climatique. [6.2]

3. Effets sur les systèmes naturels et humains et vulnérabilité de ces systèmes

3.1 Hydrologie et ressources en eau

Les effets de l'évolution du climat sur le débit des cours d'eau et la recharge des nappes souterraines varient selon les régions et les scénarios climatiques envisagés, principalement en fonction des variations projetées des précipitations. D'après les projections fondées sur la plupart des scénarios du changement climatique, on peut s'attendre à une augmentation des débits annuels moyens aux latitudes élevées et en Asie du Sud-Est et à une diminution de ces débits en Asie centrale, dans le bassin méditerranéen, en Afrique australe et en Australie (*degré de confiance moyen*⁶) (voir la figure SPM 3); l'ampleur de ces variations diffère cependant selon les scénarios. Dans d'autres régions, y compris aux latitudes moyennes, il n'y a pas de cohérence marquée des projections des débits, en premier lieu à cause des différences des projections relatives aux précipitations et en second lieu à cause des différences des projections relatives à l'évaporation, qui peut contrebalancer l'augmentation des précipitations. Toujours d'après les projections, le retrait de la plupart des glaciers devrait s'accélérer, et plusieurs petits glaciers pourraient disparaître (*degré de confiance élevé*⁶). En général, les variations projetées du ruissellement annuel moyen sont moins fiables que les incidences fondées seulement sur les variations de la température, du fait que l'évolution des précipitations varie davantage selon les scénarios. A l'échelle du bassin versant, l'effet d'un changement climatique donné varie selon les propriétés physiques et la végétation des bassins et peut s'ajouter aux modifications du couvert terrestre. [4.1]

Un tiers de la population mondiale, soit environ 1,7 milliard de personnes, vivent actuellement dans des pays qui subissent un stress hydrique (en matière de stress hydrique, l'indicateur le plus couramment utilisé consiste en l'utilisation de plus de 20 pour cent des ressources en eau renouvelables disponibles). D'après les projections, ce chiffre devrait être porté à quelque cinq milliards de personnes d'ici 2025, compte tenu du taux de croissance démographique. Le changement climatique projeté pourrait en outre avoir un effet négatif sur le débit des cours d'eau et la réalimentation des nappes souterraines dans beaucoup de pays exposés au stress hydrique – notamment en Asie centrale, en Afrique australe et dans les pays du bassin méditerranéen –, tout en ayant un effet positif sur ces mêmes facteurs dans certains autres pays. [4.1; voir également 5.1.1, 5.2.3, 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1, 5.6.2 et 5.8.4 pour des informations à l'échelle régionale]

Si la demande d'eau augmente généralement en raison de la croissance démographique et du développement économique, elle diminue cependant dans certains pays du fait d'une utilisation plus efficace. Le changement climatique ne devrait pas beaucoup influencer

sur la demande d'eau de distribution et d'eau à usage industriel en général, mais peut par contre avoir un effet considérable sur les prélèvements d'eau aux fins d'irrigation, qui dépendent de la manière dont l'augmentation de l'évaporation est contrebalancée ou accentuée par les variations de la pluviosité. Une hausse des températures, et par conséquent une augmentation des pertes par évaporation des cultures, devrait normalement se traduire par une augmentation de la demande d'eau aux fins d'irrigation. [4.1]

Les inondations pourraient augmenter d'ampleur et de fréquence dans beaucoup de régions du fait de la fréquence accrue des épisodes de fortes précipitations, qui peuvent accroître l'écoulement dans la plupart des zones et faciliter la recharge des nappes souterraines dans certaines plaines inondables. Les changements d'affectation des terres pourraient accentuer ces phénomènes. Pendant les périodes de basses eaux, le débit des cours d'eau devrait diminuer dans de nombreuses régions en raison d'une évaporation accrue, dont les effets pourraient être amplifiés ou neutralisés par les modifications de la pluviosité. Le changement climatique projeté devrait en outre contribuer à diminuer la qualité des ressources en eau en élevant leur température et en augmentant la charge polluante provenant des écoulements et des débordements des installations de traitement des déchets. Alors que la réduction des débits devrait encore accentuer cette perte de qualité, leur augmentation pourrait cependant atténuer, dans une certaine mesure, la dégradation de certaines ressources en eau en favorisant la dilution. Dans les régions où les chutes de neige représentent actuellement une composante importante du bilan hydrique, une proportion accrue des précipitations hivernales pourraient prendre la forme de pluies, ce qui pourrait entraîner un accroissement du débit de pointe et son déplacement du printemps vers l'hiver. [4.1]

Les systèmes hydriques les plus vulnérables seront probablement les systèmes non aménagés ainsi que les systèmes qui sont actuellement soumis à des perturbations ou qui sont exploités d'une manière insatisfaisante et non durable par suite de l'adoption de politiques préjudiciables à l'utilisation efficace des ressources en eau et à la préservation de leur qualité, d'une gestion inadaptée des bassins versants, de l'incapacité de gérer convenablement les variations de l'offre et de la demande d'eau ou du manque de conseils pertinents de la part des spécialistes. Dans le cas des systèmes non aménagés, il n'y a pas ou peu d'ouvrages susceptibles d'atténuer les effets de la variabilité hydrologique sur la qualité de l'eau et l'alimentation en eau. Dans le cas des systèmes qui ne sont pas exploités d'une manière durable, les divers modes d'utilisation de l'eau et des sols peuvent entraîner des contraintes supplémentaires qui accentueront la vulnérabilité aux changements climatiques. [4.1]

Il est possible d'appliquer des techniques de gestion des ressources en eau, notamment des techniques de gestion intégrées, afin de faciliter l'adaptation aux effets hydrologiques du changement climatique et à l'augmentation des incertitudes et d'atténuer ainsi les diverses formes de vulnérabilité. Actuellement, on recourt davantage aux approches axées sur l'offre (protection accrue contre les inondations, construction de digues, utilisation de zones de stockage des eaux – en particulier de systèmes naturels –, amélioration de l'infrastructure pour le captage et la distribution de l'eau) qu'aux approches axées sur la demande (destinées à influencer

sur le degré d'exposition au stress hydrique), qui font pourtant l'objet d'une attention croissante. La capacité de mettre en œuvre des mesures de gestion efficaces varie toutefois considérablement d'un pays à l'autre et est fort restreinte dans nombre de pays à économie en transition et de pays en développement. [4.1]

3.2 Agriculture et sécurité alimentaire

La recherche expérimentale révèle que les répercussions du changement climatique sur les rendements des cultures varient considérablement selon les espèces et les variétés cultivées, les caractéristiques des sols, l'ampleur de l'action des ravageurs et des agents pathogènes, les effets directs du dioxyde de carbone (CO₂) sur les plantes et les interactions entre le dioxyde de carbone, la température de l'air, le stress hydrique, la nutrition minérale, la qualité de l'air et les réactions adaptatives. Même si une plus forte teneur en dioxyde de carbone peut favoriser la croissance et le rendement des cultures, cet avantage ne compense pas toujours les effets néfastes de la chaleur excessive et de la sécheresse (*degré de confiance moyen*⁶). Les progrès accomplis dans ce domaine, à l'instar des progrès de la recherche sur l'adaptation agricole, ont été pris en compte, depuis la publication du Deuxième Rapport d'évaluation, dans les modèles utilisés pour évaluer les effets du changement climatique sur les rendements des cultures, les disponibilités alimentaires, les revenus agricoles et les prix. [4.2]

Les coûts entreront en ligne de compte dans la limitation des pertes de rendement agricole imputables au climat et dans l'adaptation des systèmes d'élevage. A cet égard, les solutions envisageables pourraient par exemple consister à apporter des modifications aux dates de plantation et de semis, aux doses d'engrais, aux régimes d'irrigation, aux caractères génétiques des cultivars et à la sélection des espèces animales. [4.2]

Des évaluations fondées sur la modélisation des cultures indiquent, avec un *degré de confiance moyen à faible*⁶, que l'évolution du climat, si l'on tient compte de l'adaptation agronomique autonome, aura des effets généralement positifs sur les rendements des cultures aux latitudes moyennes dans le cas d'un réchauffement inférieur à quelques (« a few ») degrés Celsius, et des effets généralement négatifs dans le cas d'un réchauffement de plus de quelques degrés Celsius (« a few »). Des évaluations analogues indiquent que, sous les tropiques, les rendements de certaines cultures devraient généralement diminuer même dans le cas d'une élévation minime de la température, du fait que ces cultures sont proches du seuil de tolérance thermique et que les cultures pluviales prédominent. Une importante diminution de la pluviométrie accentuerait encore la baisse des rendements agricoles en zone tropicale. En cas d'adaptation agronomique autonome, ces rendements sous les tropiques devraient être moins affectés par l'évolution du climat, mais resteraient néanmoins inférieurs aux niveaux estimés propres aux conditions climatiques actuelles. [4.2]

D'après la plupart des études économiques de portée mondiale et régionale qui ne tiennent pas compte des changements climatiques, il semble qu'en termes réels, la baisse tendancielle des prix mondiaux des produits agricoles enregistrée au XX^e siècle devrait se poursuivre au XXI^e siècle, quoique le degré de confiance propre à ces prévisions

diminue à mesure qu'on se projette dans l'avenir. Des évaluations de la conjoncture économique par modélisation indiquent que les effets du changement climatique sur la production agricole et sur les prix des produits agricoles devraient entraîner de faibles variations en pourcentage du revenu mondial (*degré de confiance faible*⁶), avec des augmentations plus marquées dans les régions les plus développées et des augmentations moindres ou des diminutions du revenu dans les régions en développement. Pour accorder un plus grand degré de confiance à ces conclusions, il faut poursuivre les recherches sur la sensibilité des évaluations de la conjoncture économique par modélisation à leurs hypothèses de base. [4.2 et encadré 5-5]

La plupart des études indiquent qu'une élévation de quelques (« a few ») degrés Celsius ou plus de la température annuelle moyenne à la surface du globe entraînerait une hausse des prix des produits alimentaires par suite d'un ralentissement de la progression de l'offre alimentaire mondiale par rapport à l'accroissement de la demande (*établi, mais incomplet*⁶). Dans le cas d'un réchauffement inférieur à quelques degrés (« a few »), les modèles économiques ne parviennent pas à établir une distinction claire entre le signal correspondant au changement climatique et d'autres causes de changement, du moins selon les études prises en compte dans cette évaluation. Certaines études globales récentes ont permis d'évaluer les répercussions économiques du changement climatique sur des populations vulnérables (petits exploitants, consommateurs urbains pauvres, etc.). Selon ces études, le changement climatique réduirait les revenus des populations vulnérables et augmenterait le nombre absolu de personnes exposées à la sous-alimentation, bien que cela soit incertain et nécessite la poursuite des recherches. Il est établi, mais de manière incomplète, que le changement climatique, notamment par le biais de l'accroissement des phénomènes extrêmes et des déplacements dans le temps et dans l'espace, aggravera l'insécurité alimentaire en Afrique. [4.2]

3.3 Écosystèmes terrestres et d'eau douce

Des études de modélisation de la végétation continuent de mettre en évidence l'éventualité d'une perturbation importante des écosystèmes sous l'effet de l'évolution du climat (*degré de confiance élevé*⁶). Une migration des écosystèmes ou des biomes en tant qu'unités distinctes est peu probable, et on assistera plutôt, en un lieu donné, à des modifications de la composition taxinomique et de la dominance. Les résultats de ces modifications seront encore perceptibles des années, des décennies ou même des siècles après le changement climatique (*degré de confiance élevé*⁶). [4.3]

La répartition, l'importance et la densité des populations ainsi que le comportement de la flore et de la faune sauvages ont été et seront encore affectés directement par les changements du climat mondial et régional, et indirectement par les modifications de la végétation. Le changement climatique provoquera un déplacement vers les pôles des limites des aires de distribution géographique des poissons d'eau douce ainsi qu'une perte d'habitats pour les poissons d'eaux froides et tempérées et un gain d'habitats pour les poissons d'eaux chaudes (*degré de confiance élevé*⁶). Beaucoup d'espèces et de populations sont déjà très menacées, et on prévoit qu'elles le seront encore davantage par suite des effets cumulés

des changements climatiques, qui rendront une partie des habitats actuels impropre à la présence de nombreuses espèces, et des changements d'affectation des sols, qui fragmentent les habitats et mettent obstacle à la migration des espèces. Sans une gestion appropriée, ces contraintes provoqueront au XXI^e siècle l'extinction de certaines espèces actuellement classées comme «grave-ment menacées» ainsi qu'une raréfaction de la plupart des espèces considérées comme «menacées ou vulnérables», ce qui les rapprochera de l'extinction (*degré de confiance élevé*⁶). [4.3]

Les méthodes d'adaptation envisageables pour réduire les risques auxquels sont exposées les espèces peuvent notamment consister : 1) à créer des refuges, des parcs et des réserves dotés de couloirs de migration; 2) à recourir à l'élevage en captivité et à la translocation. Cependant l'application de ces solutions peut être limitée par leur coût. [4.3]

Les écosystèmes terrestres emmagasinent apparemment des quantités croissantes de carbone. Au moment de l'établissement du Deuxième Rapport d'évaluation, on avait estimé que cela résultait principalement de l'accroissement de la productivité végétale dû à l'interaction de l'augmentation de la concentration de CO₂, de l'élévation des températures et des modifications de l'humidité des sols. Des résultats récents confirment ces gains de productivité, mais donnent à penser qu'ils sont moins importants sur le terrain que ne semblaient l'indiquer les expériences en pots (*degré de confiance moyen*⁶). Il se peut donc que l'absorption du dioxyde de carbone en milieu terrestre soit davantage due aux modifications des modes d'utilisation et de gestion des sols qu'aux effets directs du climat et de l'augmentation de la teneur en CO₂. On ne sait pas avec certitude jusqu'à quel point les écosystèmes sont toujours des puits nets de carbone, étant donné les interactions complexes des facteurs mentionnés ci-dessus (par exemple les zones humides et les écosystèmes terrestres arctiques peuvent se comporter à la fois comme des sources et des puits) (*degré de confiance moyen*⁶). [4.3]

Contrairement à ce qui est indiqué dans le Deuxième Rapport d'évaluation, les études du marché mondial du bois qui prennent en considération les mesures d'adaptation fondées sur une gestion judicieuse des sols et des produits – même sans qu'il soit tenu compte des projets forestiers qui favorisent le piégeage et le stockage du carbone – semblent indiquer qu'un changement minime du climat aurait un effet positif sur l'offre mondiale de bois et accentuerait la tendance actuelle à un accroissement des parts de marché des pays en développement (*degré de confiance moyen*⁶). Les consommateurs pourraient bénéficier d'une baisse des prix du bois, alors que les producteurs pourraient y gagner ou y perdre selon les fluctuations régionales de la productivité de ce secteur et les effets possibles du dépérissement des forêts. [4.3]

3.4 Ecosystèmes littoraux et marins

On prévoit que les répercussions à grande échelle de l'évolution du climat sur les océans consisteront, entre autres, en une élévation de la température de la mer en surface et du niveau moyen de la mer, en une diminution d'étendue des glaces de mer et en une modification de la salinité, de l'état des vagues et

de la circulation océanique. Les océans sont un élément essentiel du système climatique, qui a d'importantes rétroactions physiques et biogéochimiques sur le climat. Bon nombre d'écosystèmes marins sont sensibles au changement climatique. Il est désormais reconnu que l'évolution et la variabilité du climat, qui se traduisent par des régimes pluriannuels climat-océan (par exemple l'oscillation pacifique décennale) et par des changements périodiques de régime, ont un effet considérable sur l'abondance des poissons et sur la dynamique des populations ichtyologiques, avec de lourdes conséquences pour les sociétés humaines qui dépendent de cette ressource. [4.4]

Par suite du changement climatique, beaucoup de zones côtières devront faire face à une multiplication des inondations, à une intensification de l'érosion, à la disparition de zones humides et de mangroves et à l'invasivité des nappes aquifères par de l'eau de mer. L'évolution du climat, qui se traduira notamment par une élévation du niveau de la mer, aura pour effet d'amplifier les effets des tempêtes, et en particulier les inondations dues aux ondes de tempête et l'érosion des côtes. Aux latitudes élevées, les zones littorales subiront en outre les effets de l'énergie accrue des vagues et de la dégradation du pergélisol. Les variations du niveau relatif de la mer fluctueront localement en raison des phénomènes de soulèvement et de subsidence dus à d'autres facteurs. [4.4]

Les incidences sur des écosystèmes côtiers très divers et productifs tels que les récifs coralliens, les atolls et les îles récifales, les marais salants ou les mangroves seront fonction du rythme d'élévation du niveau de la mer par rapport à la vitesse de croissance et aux apports de sédiments, de l'espace dévolu à la migration horizontale et des obstacles à cette migration, des modifications du milieu climat-océan – notamment de la température à la surface de la mer et de l'activité orageuse – et des contraintes auxquelles les activités humaines soumettent les zones côtières. Ces 20 dernières années, les épisodes de blanchissement des coraux ont résulté de plusieurs causes, et notamment de l'élévation de la température des océans. La poursuite de cette élévation de la température de la mer en surface augmenterait les contraintes subies par les récifs coralliens ainsi que la fréquence des maladies marines (*degré de confiance élevé*⁶). [4.4]

Les évaluations des stratégies d'adaptation pour ce qui est des zones côtières ont conduit à délaissier les ouvrages de protection des côtes (digues, épis, etc.) au profit de mesures de protection plus souples (comme par exemple l'entretien des plages), d'une retraite bien conduite ou d'une amélioration de la résilience des systèmes biophysiques et socio-économiques des zones côtières. Les solutions d'adaptation pour ce qui concerne la gestion des côtes et du milieu marin sont particulièrement efficaces lorsqu'elles s'accompagnent de politiques appliquées dans d'autres domaines, telles que des plans d'atténuation des effets des catastrophes ou des plans d'utilisation des sols. [4.4]

3.5 Santé

On en sait plus long au sujet des répercussions des événements météorologiques de courte durée sur la santé depuis la publication du Deuxième Rapport d'évaluation, particulièrement pour ce qui

concerne les périodes de contrainte thermique, la modulation des conséquences de la pollution de l'air, les incidences des tempêtes et des inondations et l'influence de la variabilité saisonnière et interannuelle du climat sur les maladies contagieuses. En particulier, on comprend mieux les facteurs déterminants de la vulnérabilité des populations aux incidences nocives ainsi que les possibilités qui s'offrent en matière de réaction d'adaptation. [4.7]

Il est avéré que beaucoup de maladies contagieuses à transmission vectorielle ou d'origine alimentaire ou hydrique sont sensibles aux changements climatiques. D'après les conclusions de la plupart des études fondées sur des modèles de prévision, il ressort avec un *degré de confiance moyen à élevé*⁶ que, selon les scénarios du changement climatique, il y aurait un accroissement net de l'aire géographique de transmission potentielle du paludisme et de la dengue, qui sont deux maladies à transmission vectorielle auxquelles sont actuellement exposés 40 à 50 % de la population mondiale¹⁰. Dans les limites de leurs aires d'extension actuelles, ces deux maladies et nombre d'autres maladies infectieuses présentent apparemment une fréquence et un caractère saisonnier plus marqués – en dépit du recul de certaines maladies infectieuses dans quelques régions. Dans tous les cas, la fréquence effective des maladies est cependant fortement influencée par les conditions environnementales locales, la situation socio-économique et l'infrastructure de santé publique. [4.7]

Les changements projetés du climat s'accompagneront d'une augmentation des vagues de chaleur – souvent amplifiées par l'humidité accrue et la pollution atmosphérique urbaine –, qui se traduira par une progression des décès liés à la chaleur et des épisodes de maladie. Il semble bien que les populations urbaines seront les plus touchées, en particulier les personnes âgées, les malades et ceux qui ne disposent pas de la climatisation (*degré de confiance élevé*⁶). Selon quelques éléments d'information, il semble aussi que la diminution des décès hivernaux ferait plus que compenser l'augmentation des décès estivaux dans certains pays tempérés (*degré de confiance moyen*⁶); cependant les recherches publiées concernent principalement les populations de pays développés, ce qui empêche toute comparaison généralisée des modifications de la mortalité estivale et hivernale. [3.5 et 4.7]

La vaste expérience acquise en la matière montre clairement que toute augmentation des inondations multiplie les risques de noyade, de maladies diarrhéiques et respiratoires et, dans les pays en développement, de faim et de malnutrition (*degré de confiance élevé*⁶). L'intensification de l'activité cyclonique dans certaines régions aurait aussi des conséquences souvent dévastatrices, particulièrement dans les zones très peuplées où les habitants ne disposent pas de ressources suffisantes. Dans certaines régions, notamment sous les tropiques, la réduction des rendements des cultures et de la production alimentaire due aux changements climatiques prédisposera des populations en proie à

l'insécurité alimentaire à la malnutrition, ce qui provoquera des troubles de la croissance chez les enfants et une diminution de l'activité chez les adultes. Des perturbations socio-économiques pourraient se produire dans certaines régions, affectant à la fois les moyens de subsistance et la santé. [3.5, 4.1, 4.2, 4.5 et 4.7]

Il existe, pour chaque effet prévu néfaste à la santé, une série de mesures d'adaptation d'ordre social, institutionnel, technologique ou comportemental susceptible de l'atténuer. Parmi ces mesures figurent le renforcement de l'infrastructure de santé publique, une gestion de l'environnement prenant en compte la santé (qualité de l'air et de l'eau, sécurité alimentaire, urbanisme et architecture domiciliaire, gestion des eaux de surface, etc.) et la mise à disposition de moyens sanitaires appropriés. Dans l'ensemble, les effets des changements climatiques néfastes à la santé seront particulièrement marqués parmi les populations vulnérables à faibles revenus, principalement dans les pays tropicaux et subtropicaux. Des politiques d'adaptation judicieuses devraient en général permettre d'atténuer ces effets. [4.7]

3.6 Etablissements humains, énergie et industrie

D'après des éléments d'information de plus en plus abondants et chiffrés, le changement climatique exerce principalement trois sortes d'influences sur les établissements humains :

- Les secteurs économiques dont dépendent les établissements humains subissent les effets des variations de la productivité des ressources ou de la demande du marché pour ce qui est des biens et des services que ces établissements fournissent. [4.5]
- Il peut y avoir des effets directs sur certains aspects de l'infrastructure physique (y compris les systèmes de transmission et de distribution de l'énergie), des bâtiments, des services urbains (y compris les moyens de transport) et d'industries particulières (comme l'agro-industrie, le tourisme ou le bâtiment). [4.5]
- Les populations peuvent être directement touchées par des phénomènes météorologiques extrêmes, des modifications de l'état sanitaire ou des migrations. Les problèmes ne sont pas exactement les mêmes dans les grandes agglomérations (plus de 1 million d'habitants) et dans les petites et moyennes agglomérations. [4.5]

Les risques directs les plus fréquents auxquels l'évolution du climat expose les établissements humains sont les risques liés aux inondations et aux glissements de terrain, découlant de l'intensification projetée de la pluviométrie et, dans les zones côtières, de l'élévation du niveau de la mer. Si les risques sont particulièrement grands pour les établissements humains situés au bord de cours d'eau ou sur des côtes (*degré de confiance élevé*⁶), les crues en milieu urbain peuvent poser un problème partout où la capacité des collecteurs d'eaux pluviales, des adductions d'eau et des systèmes de traitement des déchets est insuffisante. Ces zones sont caractérisées par une très grande vulnérabilité des établissements urbains constitués de colonies

¹⁰ Huit études ont consisté à modéliser les effets des changements climatiques sur ces maladies – cinq pour le paludisme et trois pour la dengue. Pour sept d'entre elles, on a suivi une approche biologique ou basée sur des processus, et pour une seule, on a adopté une démarche empirique et statistique.

de squatters et autres agglomérations non structurées, qui cumulent une forte densité de population, des logements d'une qualité médiocre, un accès réduit ou nul à des ressources telles qu'une eau salubre ou des services de santé publique et une faible capacité d'adaptation. Certains établissements humains connaissent actuellement d'autres problèmes environnementaux importants qui pourraient être accentués par des régimes de hautes températures et de précipitations accrues – notamment en ce qui concerne les ressources en eau et en énergie, l'infrastructure, le traitement des déchets et les transports. [4.5]

L'urbanisation rapide des zones côtières de faible altitude, aussi bien dans les pays en développement que dans les pays développés, a pour effet d'accroître énormément la densité de population et la valeur des biens produits par l'homme qui sont exposés à des phénomènes climatiques côtiers extrêmes tels que les cyclones tropicaux. D'après les projections des modèles, le nombre annuel moyen des personnes qui seraient victimes, sur les côtes, d'inondations causées par des ondes de tempête augmenterait considérablement (de 75 à 200 millions selon l'ampleur des réactions adaptatives) pour ce qui est des scénarios intermédiaires prévoyant une élévation de 40 cm du niveau de la mer d'ici les années 2080, par comparaison avec les scénarios excluant toute élévation du niveau de la mer. Selon des projections, les dégâts potentiels causés aux infrastructures des zones côtières par suite de l'élévation du niveau de la mer se chiffrent à des dizaines de milliards de dollars des États-Unis dans certains pays – notamment l'Égypte, la Pologne et le Viet Nam. [4.5]

Les établissements humains où l'activité économique est peu diversifiée et où les revenus proviennent en grande partie d'industries du secteur primaire sensibles au climat (agriculture, foresterie et pêches) sont plus vulnérables que les établissements humains où l'activité économique est plus diversifiée (*degré de confiance élevé*⁶). Dans les zones développées de l'Arctique où le pergélisol est particulièrement riche en glace, il faudra accorder une grande attention à l'atténuation des effets néfastes du dégel, et notamment aux graves dommages que pourraient subir les bâtiments et l'infrastructure des transports (*degré de confiance très élevé*⁶). L'infrastructure de l'industrie, des transports et du commerce est généralement exposée aux mêmes risques que l'infrastructure des établissements humains. On prévoit que la demande d'énergie augmentera pour ce qui est de la climatisation et diminuera pour ce qui est du chauffage, l'effet net variant selon les scénarios et les endroits considérés. Certains systèmes de production et de distribution d'énergie pourraient subir des effets néfastes susceptibles de réduire leur capacité d'approvisionnement ou leur fiabilité, tandis que d'autres systèmes pourraient tirer profit de l'évolution du climat. [4.5 et 5.7]

Des solutions envisageables en matière d'adaptation pourraient consister à planifier les établissements humains et leur infrastructure, à implanter les installations industrielles et à prendre d'autres décisions à long terme de ce genre de façon à réduire les effets néfastes de phénomènes qui, en dépit d'une faible probabilité (cependant en augmentation), ont de lourdes conséquences (qui risquent apparemment de s'aggraver). [4.5]

3.7 Assurances et autres services financiers

Ces dernières décennies, les coûts des phénomènes météorologiques ordinaires et extrêmes ont rapidement augmenté. À l'échelle du globe, les pertes économiques imputables aux événements catastrophiques ont été multipliées par 10,3, passant de 3,9 milliards de dollars des États-Unis par an dans les années 50 à 40 milliards de dollars par an dans les années 90 (tous ces montants sont en dollars de 1999, sans ajustement de parité du pouvoir d'achat); environ un quart de ces pertes se sont produites dans les pays en développement. Durant la même période, la fraction assurée de ces pertes est passée d'un niveau négligeable à 9,2 milliards de dollars par an. Les coûts totaux doublent lorsqu'on tient compte des pertes résultant de phénomènes météorologiques non catastrophiques de plus faible ampleur. Comme l'illustre le fait que le rapport du montant mondial des primes d'assurance de biens et de risques divers au montant des pertes dues aux phénomènes météorologiques a été divisé par trois entre 1985 et 1999, le secteur des assurances est de plus en plus vulnérable. [4.6]

Les coûts engendrés par les phénomènes météorologiques ont augmenté rapidement malgré les efforts accrus qui ont été déployés pour renforcer les infrastructures et améliorer la prévention des catastrophes. L'augmentation tendancielle des pertes imputables aux catastrophes constatée ces 50 dernières années est liée en partie à des facteurs socio-économiques tels que la croissance démographique, l'accroissement de la prospérité et l'urbanisation de zones vulnérables et en partie à des facteurs climatiques tels que l'évolution observée de la pluviosité ou des phénomènes d'inondation. Faire la part précise de ces deux sortes de facteurs est une tâche complexe, d'autant plus que leur poids respectif varie selon la région et le type de phénomène considéré. [4.6]

Le changement climatique et l'évolution anticipée des phénomènes météorologiques qu'on estime liée à ce changement auront pour effet d'augmenter l'incertitude propre à l'évaluation actuarielle des risques (*degré de confiance élevé*⁶). Ces développements devraient exercer une pression à la hausse sur les primes d'assurance et/ou pourraient entraîner la réévaluation de certains risques comme non assurables et la suppression ultérieure de la couverture correspondante. Il s'ensuivrait une augmentation des frais d'assurance, un ralentissement de la progression des services financiers dans les pays en développement, une moindre disponibilité des assurances aux fins d'une répartition des risques et un accroissement des demandes d'indemnisation publique consécutives à des catastrophes naturelles. Si de tels changements se produisent, on peut prévoir une modification des rôles respectifs du secteur public et du secteur privé dans le domaine de l'assurance et de la fourniture des ressources requises pour gérer les risques. [4.6]

Le secteur des services financiers dans son ensemble devrait pouvoir faire face aux effets du changement climatique, bien que les archives semblent indiquer que des phénomènes peu probables, mais à fort impact, ou des phénomènes multiples très rapprochés auraient un effet fort préjudiciable sur ce secteur, particulièrement si la capacité d'adaptation se trouve simultanément réduite par des

Tableau SPM 2 : Capacité d'adaptation, vulnérabilité et autres questions d'importance, par région^{a,b}

Région	Capacité d'adaptation, vulnérabilité et autres questions d'importance
Afrique	<ul style="list-style-type: none"> ● En Afrique, la capacité d'adaptation des systèmes humains est limitée par le manque de ressources économiques et techniques, et la vulnérabilité est accentuée par la forte dépendance à l'égard des cultures pluviales, par la recrudescence des sécheresses et des crues et par la pauvreté. [5.1.7] ● Selon les projections correspondant à de nombreux scénarios, les rendements en céréales devraient diminuer, ce qui devrait avoir un effet préjudiciable sur la sécurité alimentaire, notamment dans les petits pays importateurs de produits alimentaires (<i>degré de confiance moyen à élevé</i>⁶). [5.1.2] ● Les grands cours d'eau africains sont extrêmement sensibles aux variations du climat; l'écoulement moyen et les ressources en eau devraient diminuer dans les pays méditerranéens et les pays d'Afrique australe (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.1.1] ● L'extension des aires de distribution géographique d'un certain nombre de vecteurs de maladies infectieuses aura un effet préjudiciable sur la santé des Africains (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.1.4] ● La désertification progressera par suite de la réduction de la pluviosité annuelle moyenne, de l'écoulement et de l'humidité du sol, notamment en Afrique australe, septentrionale et occidentale (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.1.6] ● L'ampleur et la fréquence accrues des sécheresses, des inondations et autres événements extrêmes accentueront les contraintes subies par les ressources en eau et les infrastructures ainsi que les atteintes à la sécurité alimentaire et à la santé et freineront en outre le développement du continent africain (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.1] ● Selon les projections effectuées, plusieurs espèces végétales et animales devraient disparaître, avec de lourdes conséquences pour les moyens de subsistance en milieu rural, le tourisme et les ressources génétiques (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.1.3] ● L'élévation du niveau de la mer par submersion et érosion des côtes aura un effet néfaste sur les établissements humains côtiers, notamment dans le golfe de Guinée, au Sénégal, en Gambie, en Egypte et le long du littoral de l'Afrique australe et orientale (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.1.5]
Asie	<ul style="list-style-type: none"> ● Dans les pays asiatiques en développement, les systèmes humains font preuve d'une capacité d'adaptation limitée et d'une grande vulnérabilité; quant aux pays développés, ils sont moins vulnérables et devraient mieux s'adapter au changement climatique. [5.2.7] ● L'Asie tempérée et tropicale doit faire face à une intensification des événements extrêmes (inondations, sécheresses, incendies de forêt, cyclones tropicaux, etc.) (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.2.4] ● La baisse de la productivité agricole et les difficultés de l'aquiculture dues aux agressions thermiques et au stress hydrique, à l'élévation du niveau de la mer, aux inondations, aux sécheresses et aux cyclones tropicaux porteront atteinte à la sécurité alimentaire dans de nombreux pays d'Asie aride, tropicale et tempérée; par contre, l'agriculture se développera et deviendra plus productive dans les régions septentrionales (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.2.1] ● L'écoulement et les ressources en eau pourraient se réduire en Asie aride et semi-aride, mais augmenter en Asie septentrionale (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.2.3] ● Dans certaines parties de l'Asie, l'exposition accrue aux maladies infectieuses à transmission vectorielle et aux agressions thermiques pourrait avoir des effets néfastes sur la santé (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.2.6] ● Dans les basses terres littorales de l'Asie tempérée et tropicale, l'élévation du niveau de la mer et l'intensité accrue des cyclones tropicaux provoqueront le déplacement de dizaines de millions de personnes; de plus, l'intensité accrue des précipitations devrait augmenter les risques d'inondations en Asie tempérée et tropicale (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.2.5 et tableau TS-8] ● Le changement climatique amplifiera la demande d'énergie, aura un effet préjudiciable sur le tourisme et influera sur les transports dans certaines régions d'Asie (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.2.4 et 5.2.7] ● Le changement climatique accentuera les menaces que les changements d'affectation des terres, les modifications de la couverture du sol et la pression démographique font peser sur la diversité biologique en Asie (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). L'élévation du niveau de la mer menacera en outre la sécurité écologique, notamment pour ce qui concerne les mangroves et les récifs coralliens (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.2.2] ● Le recul vers le pôle de la limite méridionale des zones à pergélisol contribuera à modifier le thermokarst et à accentuer l'érosion thermique, avec des conséquences néfastes pour l'infrastructure sociale et les industries (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.2.2]

Tableau SPM 2 (suite)

Région	Capacité d'adaptation, vulnérabilité et autres questions d'importance
Australie et Nouvelle-Zélande	<ul style="list-style-type: none"> ● En Australie et en Nouvelle-Zélande, les systèmes humains font généralement preuve d'une grande capacité d'adaptation, à l'exception de quelques groupes – dont les populations autochtones présentes dans certaines régions – qui ont du mal à s'adapter et qui sont par conséquent très vulnérables. [5.3 et 5.3.5] ● Bien que les changements climatiques et l'augmentation de la concentration de CO₂ qui en découle puissent avoir, dans un premier temps, un effet positif sur certaines cultures de climat tempéré, cette influence devrait par la suite se révéler négative dans certaines zones et pour certaines cultures (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.3.3] ● Il est probable que l'eau jouera un rôle clé (<i>degré de confiance élevé</i>⁶), compte tenu des tendances à la sécheresse mises en lumière par les projections pour la majeure partie de la région ainsi que de l'évolution vers une situation moyenne caractérisée par une prédominance accrue du phénomène <i>El Niño</i>. [5.3 et 5.3.1] ● L'intensification des précipitations et des cyclones tropicaux (<i>degré de confiance moyen</i>⁶) et les modifications à l'échelle régionale de la fréquence de ces cyclones exposeront les personnes, les biens et les écosystèmes à des risques accrus de dommages causés par les inondations, les ondes de tempête et les vents violents. [5.3.4] ● Certaines espèces aux niches climatiques peu étendues et qui sont incapables de migrer par suite du morcellement du milieu naturel, de la disparité des sols ou du relief seront menacées d'extinction (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). Parmi les écosystèmes australiens particulièrement vulnérables aux changements climatiques figurent les récifs coralliens, les habitats arides et semi-arides du sud-ouest ainsi que de l'intérieur de l'Australie et les systèmes alpins australiens. Les zones humides riches en eau douce des littoraux australien et néo-zélandais sont particulièrement fragiles, et certains écosystèmes de la Nouvelle-Zélande sont vulnérables à une prolifération accrue des mauvaises herbes. [5.3.2]
Europe	<ul style="list-style-type: none"> ● En Europe, les systèmes humains font généralement preuve d'une grande capacité d'adaptation; toutefois, l'Europe méridionale et la partie européenne de l'Arctique sont plus fragiles que le reste du continent. [5.4 et 5.4.6] ● Il est probable qu'en été, l'écoulement, les ressources en eau et l'humidité des sols diminueront en Europe méridionale, ce qui contribuera à creuser l'écart entre le nord de l'Europe et le sud, sujet à la sécheresse; il est également probable que ces mêmes facteurs augmenteront en hiver, aussi bien dans le nord que dans le sud du continent européen (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.4.1] ● La moitié des glaciers alpins et une grande partie du pergélisol pourraient disparaître d'ici la fin du XXI^e siècle (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.4.1] ● Les risques de crue augmenteront dans presque toute l'Europe (<i>degré de confiance moyen à élevé</i>⁶); dans les zones côtières, les risques d'inondation, d'érosion et de disparition de terres humides augmenteront considérablement, avec de lourdes conséquences pour les établissements humains, l'industrie, le tourisme, l'agriculture et les habitats naturels côtiers. [5.4.1 et 5.4.4] ● Les changements climatiques auront quelques effets globalement positifs sur l'agriculture dans le nord de l'Europe (<i>degré de confiance moyen</i>⁶); la productivité diminuera en Europe méridionale et orientale (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.4.3] ● Les zones biotiques gagneront de l'altitude et se déplaceront vers le nord. La disparition d'habitats importants (zones humides, toundra, habitats isolés) menacera certaines espèces (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.4.2] ● Les hausses de température et les vagues de chaleur pourraient modifier les destinations habituelles du tourisme estival, et l'enneigement moins régulier risque d'avoir un effet négatif sur le tourisme hivernal (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.4.4]
Amérique latine	<ul style="list-style-type: none"> ● En Amérique latine, les systèmes humains ont une faible capacité d'adaptation, notamment aux phénomènes climatiques extrêmes, et sont donc très vulnérables. [5.5] ● Le recul des glaciers aura un effet défavorable sur l'écoulement et l'approvisionnement en eau dans les zones où l'eau de fonte représente une importante ressource en eau (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.5.1] ● Les inondations et les sécheresses seront plus fréquentes, et les crues auront pour effet d'augmenter la charge solide et d'altérer la qualité de l'eau dans certaines régions (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.5]

Tableau SPM 2 (suite)

Région	Capacité d'adaptation, vulnérabilité et autres questions d'importance
Amérique latine <i>(suite)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● L'intensité accrue des cyclones tropicaux accentuera les risques de dommages causés aux personnes, aux biens et aux écosystèmes par les fortes précipitations, les inondations, les ondes de tempête et les vents violents (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.5] ● Le rendement des principales cultures devrait diminuer en de nombreux endroits, même si l'on tient compte des effets de l'augmentation de la teneur en CO₂; de plus, l'agriculture de subsistance pourrait être menacée dans certaines régions de l'Amérique latine (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.5.4] ● Les aires de distribution géographique des maladies infectieuses à transmission vectorielle gagneront de l'altitude et se déplaceront vers le pôle, et les populations seront davantage exposées à des maladies telles que le paludisme, la dengue ou le choléra (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.5.5] ● L'élévation du niveau de la mer aura un effet préjudiciable sur les établissements humains côtiers, les activités productives, l'infrastructure et les écosystèmes propres aux mangroves (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.5.3] ● L'atteinte à la diversité biologique s'accroîtra (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.5.2]
Amérique du Nord	<ul style="list-style-type: none"> ● En Amérique du Nord, bien que les systèmes humains fassent généralement preuve d'une grande capacité d'adaptation et soient peu vulnérables, certaines communautés (par exemple les populations autochtones et les communautés qui sont tributaires de ressources sensibles au climat) sont plus vulnérables; de plus, l'évolution de la situation sociale, économique et démographique va de pair avec une évolution de la vulnérabilité à l'échelle sous-régionale. [5.6 et 5.6.1] ● Si le léger réchauffement et l'augmentation de la concentration de CO₂ seront favorables à certaines cultures, leurs effets varieront selon les cultures et les régions (<i>degré élevé de confiance</i>⁶). C'est ainsi qu'on pourrait observer une diminution des rendements due à la sécheresse dans certaines parties des Prairies canadiennes et des Grandes Plaines américaines, une augmentation possible de la production vivrière dans certaines régions du Canada situées au nord des aires de production actuelles et un accroissement de la production forestière à partir d'essences mixtes caractéristiques d'un climat chaud à tempéré (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). Toutefois, ces effets seront de moins en moins favorables aux cultures à mesure que le réchauffement se poursuivra et pourraient même devenir globalement négatifs (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.6.4] ● Dans la partie ouest de l'Amérique du Nord, les bassins versants, principalement alimentés par la fonte des neiges, connaîtront des débits de pointe plus précoces au printemps (<i>degré de confiance élevé</i>⁶) et de moindres débits estivaux (<i>degré de confiance moyen</i>⁶); de plus, selon la plupart des scénarios, on assistera à une baisse du niveau des Grands Lacs et à une diminution du débit du Saint-Laurent (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). Des réactions adaptatives permettront de contrebalancer une partie – mais non pas la totalité – des effets de ces changements sur les utilisateurs des ressources en eau et les écosystèmes aquatiques (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.6.2] ● Certains écosystèmes naturels uniques en leur genre tels que les prairies humides, la toundra alpine ou les écosystèmes d'eaux froides seront menacés, et il est peu probable qu'ils parviennent à s'adapter de façon efficace (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.6.5] ● L'élévation du niveau de la mer entraînera une intensification de l'érosion des côtes, des inondations dans les zones côtières et un accroissement des risques liés aux ondes de tempête, notamment en Floride et sur la presque totalité du littoral atlantique des États-Unis d'Amérique (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.6.1] ● En Amérique du Nord, les sinistres assurés d'origine météorologique et les allocations publiques de secours aux victimes de catastrophes sont en augmentation; le secteur des assurances n'ayant pas encore systématiquement pris en compte les informations sur les changements climatiques dans ses prévisions, certaines surprises ne sont pas exclues (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.6.1] ● Des maladies à transmission vectorielle telles que le paludisme, la dengue ou la maladie de Lyme pourraient prendre de l'ampleur, et l'on pourrait assister à une progression de la mortalité et de la morbidité par suite de la pollution de l'air et des agressions thermiques (<i>degré de confiance moyen</i>⁶); les facteurs socio-économiques et les mesures de santé publique joueront un grand rôle dans la détermination de la nature et de l'ampleur des effets des changements climatiques sur la santé. [5.6.6]

Tableau SPM 2 (suite)

Région	Capacité d'adaptation, vulnérabilité et autres questions d'importance
Régions polaires	<ul style="list-style-type: none"> ● Les systèmes naturels des régions polaires sont extrêmement vulnérables aux changements climatiques, et les écosystèmes actuels ont une faible capacité d'adaptation; s'il est probable que les communautés dotées d'importants moyens technologiques s'adapteront aisément à l'évolution du climat, certaines communautés autochtones attachées à leurs modes de vie traditionnels ont une faible capacité d'adaptation et ne disposent guère de solutions en la matière. [5.7] ● Dans les régions polaires, le changement climatique devrait être plus marqué et plus rapide qu'en tout autre endroit de la planète et aura d'importantes répercussions physiques, écologiques, sociologiques et économiques, notamment dans l'Arctique, la péninsule antarctique et l'océan Austral (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.7] ● Les changements climatiques qui ont déjà eu lieu se sont manifestés par une diminution de l'étendue et de l'épaisseur des glaces de mer arctiques, un dégel du pergélisol, une érosion des côtes, des modifications des nappes glaciaires et des plates-formes de glace et un changement de la distribution et de l'abondance des espèces présentes dans les régions polaires (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.7] ● Certains écosystèmes polaires pourraient s'adapter par le biais d'un possible remplacement par migration des espèces, d'une modification de la composition taxinomique et, éventuellement, d'une augmentation de la productivité globale; les écosystèmes qui se trouvent à la lisière des glaces et qui hébergent certaines espèces seront menacés (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.7] ● Un certain nombre de moteurs essentiels du changement climatique se trouvent dans les régions polaires. Une fois en marche, ils pourraient continuer d'exercer leur action pendant des siècles – bien après que les concentrations des gaz à effet de serre auront été stabilisées – et d'avoir des effets irréversibles sur les nappes glaciaires, la circulation océanique à l'échelle du globe et l'élévation du niveau de la mer (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [5.7]
Petits Etats insulaires	<ul style="list-style-type: none"> ● Dans les petits Etats insulaires, les systèmes humains font généralement preuve d'une capacité d'adaptation limitée et sont très vulnérables; selon toute probabilité, ces Etats compteront parmi les pays les plus gravement touchés par les changements climatiques. [5.8] ● L'élévation du niveau de la mer, qui devrait atteindre cinq millimètres par an durant les 100 prochaines années selon les projections, aura pour effet d'intensifier l'érosion côtière, de faire disparaître un certain nombre de terres et de biens, de provoquer le déplacement de nombreuses personnes, d'augmenter les risques liés aux ondes de tempête, de réduire la résilience des écosystèmes côtiers, de favoriser l'invasion d'eau salée dans les réserves d'eau douce et de nécessiter la mobilisation de ressources considérables pour faire face et s'adapter à ces changements (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.8.2 et 5.8.5] ● Les îles disposant de ressources réduites en eau douce sont particulièrement vulnérables aux incidences du changement climatique sur le bilan hydrique (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.8.4] ● Les récifs coralliens seront exposés au blanchissement et à une réduction du taux de calcification due à l'augmentation de la concentration de CO₂ (<i>degré de confiance moyen</i>⁶); de plus, la hausse des températures et l'élévation accélérée du niveau de la mer auront un effet néfaste sur les mangroves, les prairies sous-marines et autres écosystèmes côtiers ainsi que sur la diversité biologique connexe (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [4.4 et 5.8.3] ● La dégradation des écosystèmes côtiers aura un effet négatif sur les populations de poissons de récifs, sur ceux qui tirent leur subsistance de la pêche de ces poissons et sur ceux qui s'en nourrissent (<i>degré de confiance moyen</i>⁶). [4.4 et 5.8.4] ● La faible étendue des terres cultivables et la salinisation des sols font que l'agriculture des petits Etats insulaires, que ce soit pour la production alimentaire intérieure ou pour l'exportation de cultures de rapport, est extrêmement vulnérable aux changements climatiques (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.8.4] ● Les changements climatiques et l'élévation du niveau de la mer perturberont grandement le tourisme, qui constitue une source importante de revenus et de devises dans de nombreuses îles (<i>degré de confiance élevé</i>⁶). [5.8.5]
^a	Parce que les études disponibles ne sont pas fondées sur les mêmes scénarios climatiques ni sur les mêmes méthodes et que de nombreuses incertitudes persistent quant à la sensibilité et à capacité d'adaptation des systèmes naturels et sociaux, l'évaluation des vulnérabilités à l'échelle régionale est nécessairement qualitative.
^b	Les limites géographiques des régions mentionnées dans le tableau SPM 2 sont indiquées à la figure TS 2 du Résumé technique.

facteurs non climatiques (par exemple une situation défavorable des marchés financiers). Les segments spécialisés dans l'assurance de biens et de risques divers ou dans la réassurance et les petites compagnies d'assurance spécialisées ou non diversifiées se sont révélées plus sensibles et ont notamment enregistré un recul de leurs profits et subi des faillites imputables à des phénomènes d'origine météorologique. [4.6]

L'adaptation à l'évolution du climat pose des problèmes complexes à ce secteur, mais lui offre aussi certaines possibilités. Les politiques de réglementation des prix, le traitement fiscal des réserves et la capacité (ou l'incapacité) des entreprises de se retirer des marchés à risque sont autant de facteurs qui influent sur la solidité du secteur. Les acteurs du secteur public et du secteur privé favorisent également l'adaptation en mettant l'accent sur la préparation aux catastrophes, les programmes de prévention des sinistres, les codes du bâtiment et l'amélioration des modes d'utilisation des sols. Cependant, dans certains cas, des programmes publics d'assurance et de secours ont par inadvertance provoqué un relâchement de la vigilance et une adaptation erronée en favorisant l'aménagement de zones à risque telles que certaines zones inondables ou zones côtières aux Etats-Unis d'Amérique. [4.6]

On prévoit que les effets de l'évolution du climat se feront surtout sentir dans les pays en développement, et notamment dans ceux où le secteur primaire constitue la principale source de revenu. Les catastrophes naturelles ont des incidences qui se reflètent dans le PIB de certains pays, au point d'atteindre la moitié du PIB de l'un d'entre eux. Tous ces pays devront faire face à des problèmes d'équité et à des difficultés de développement si les risques météorologiques cessent d'être assurables, que les primes augmentent ou que la disponibilité de ces produits se réduit. Inversement, un accès élargi à l'assurance et la mise en œuvre accrue de plans de microfinancement et de services bancaires d'aide au développement permettraient aux pays en développement de mieux s'adapter aux changements climatiques. [4.6]

4. Les variations de la vulnérabilité d'une région à l'autre

La vulnérabilité au changement climatique des populations humaines et des systèmes naturels varie considérablement d'une région à l'autre et d'une catégorie de population à l'autre dans une région donnée. Les fluctuations régionales du climat de référence et de son évolution prévue donnent lieu à une exposition aux facteurs climatiques qui diffère d'une région à l'autre. Selon la région, les systèmes naturels et sociaux sont dotés de caractéristiques, de ressources et d'institutions diverses et sont soumis à des contraintes différentes qui engendrent une sensibilité et une capacité d'adaptation particulières. Il s'ensuit une disparité marquée des préoccupations essentielles propres à chacune des grandes régions du monde. De plus, les incidences du changement climatique, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité varient à l'intérieur même de chaque région. [5]

Compte tenu de ce qui précède, toutes les régions devraient subir certains effets néfastes des changements climatiques. Le tableau

SPM 2 présente d'une manière très succincte certaines des principales préoccupations propres aux différentes régions concernées. Certaines régions sont particulièrement vulnérables en raison de leur exposition physique aux risques liés aux changements climatiques et/ou de leur capacité d'adaptation limitée. La plupart des régions peu développées sont particulièrement vulnérables, du fait qu'une grande partie de leur économie relève de secteurs sensibles au climat et que la modicité de leurs ressources humaines, financières et naturelles et leurs faibles capacités institutionnelles et technologiques réduisent considérablement leur capacité d'adaptation. Par exemple, les petits Etats insulaires et les zones côtières de faible altitude sont particulièrement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et à l'intensification des tempêtes et sont généralement pourvus d'une capacité d'adaptation restreinte. Dans les régions polaires, on prévoit que le changement climatique aura des effets importants et rapides, qui se traduiront notamment par une réduction de l'étendue et de l'épaisseur des glaces de mer et une dégradation du pergélisol. En Afrique, en Amérique latine et en Asie, où les possibilités d'adaptation sont généralement faibles, les variations néfastes des débits saisonniers des cours d'eau, les inondations et les sécheresses, les problèmes de sécurité alimentaire, les répercussions sur les pêches, les conséquences sanitaires et l'atteinte à la diversité biologique figurent parmi les principales vulnérabilités et les grands sujets de préoccupation. Même dans les régions jouissant d'une meilleure capacité d'adaptation telles que l'Amérique du Nord ou l'Australie et la Nouvelle-Zélande, il existe des communautés vulnérables (les peuples autochtones, par exemple), et les possibilités d'adaptation des écosystèmes sont très limitées. En Europe, les zones méridionales et arctiques se révèlent particulièrement vulnérables. [5]

5. Amélioration des évaluations relatives aux incidences du changement climatique, aux vulnérabilités à ce changement et aux possibilités d'adaptation

Depuis les précédentes évaluations du GIEC, des progrès ont été réalisés dans la détection des changements des systèmes biotiques et physiques, et des initiatives ont été prises pour améliorer notre compréhension des possibilités d'adaptation, de la vulnérabilité aux phénomènes climatiques extrêmes et d'autres questions essentielles ayant trait aux incidences du changement climatique. Ces progrès font ressortir le besoin de prendre des initiatives en vue d'élaborer des stratégies d'adaptation et de renforcer les capacités d'adaptation. Il faut cependant pousser la recherche pour améliorer les évaluations futures et réduire les incertitudes, de sorte que les responsables de l'élaboration des politiques disposent d'assez d'informations pour réagir comme il convient aux conséquences possibles de l'évolution du climat, notamment pour ce qui concerne les activités de recherche menées dans et par les pays en développement. [8]

On trouvera ci-après une liste des mesures hautement prioritaires qu'il convient de prendre pour combler l'écart entre nos connaissances actuelles et les informations dont ont besoin les responsables de l'élaboration des politiques :

- Évaluation quantitative de la sensibilité, de la capacité d'adaptation et de la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux changements climatiques, l'accent étant mis sur le changement d'ampleur des variations du climat et sur la fréquence et l'intensité accrues des phénomènes climatiques extrêmes;
 - Détermination des seuils éventuels de déclenchement de fortes réactions discontinues au changement climatique projeté et à d'autres facteurs;
 - Compréhension des réactions dynamiques des écosystèmes à des contraintes multiples, y compris les changements climatiques, au plan mondial et régional ou à des échelles plus fines;
 - Elaboration de méthodes pour ce qui est des réactions d'adaptation, estimation de l'efficacité et des coûts des solutions d'adaptation et détermination, selon la région, le pays ou la population considérés, des différences concernant les possibilités d'adaptation et les obstacles à cette adaptation;
 - Évaluation des effets potentiels de l'éventail complet des changements climatiques prévus, particulièrement sur les biens et services non commerciaux, selon des paramètres multiples et avec un traitement cohérent des incertitudes, notamment (mais pas uniquement) pour ce qui concerne le nombre de personnes et les superficies concernées, le nombre d'espèces menacées, la valeur pécuniaire des effets en question et l'influence exercée à cet égard par les différents niveaux de stabilisation et autres scénarios d'intervention envisagés;
 - Amélioration des outils d'évaluation intégrée, y compris l'évaluation des risques, pour étudier les interactions des diverses composantes des systèmes naturels et humains et les conséquences des différentes orientations retenues;
 - Évaluation des possibilités qui s'offrent en vue d'inclure des informations scientifiques sur les incidences, la vulnérabilité et l'adaptation dans les processus de prise de décision, la gestion des risques et les initiatives en faveur du développement durable;
 - Amélioration des systèmes et des méthodes de surveillance à long terme et d'analyse des conséquences des changements climatiques et autres contraintes pour les systèmes naturels et humains.
- Au-delà des distinctions introduites par ces divers enjeux, il existe des besoins particuliers liés au renforcement de la coopération et de la coordination à l'échelon international pour l'évaluation régionale des incidences, de la vulnérabilité et de l'adaptation, y compris le renforcement des capacités et la formation à la surveillance, à l'évaluation et à la collecte de données, spécialement dans les pays en développement et en leur faveur (particulièrement en rapport avec les divers points mentionnés plus haut).

RÉSUMÉ TECHNIQUE

Rapport du Groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Ce résumé a été accepté mais n'a pas été approuvé en détail par la sixième Session du Groupe de travail II du GIEC (Genève, Suisse, 13-16 février 2001). L'acceptation d'un rapport signifie que le document présente une vision complète, objective et nuancée des sujets traités, mais n'a pas fait l'objet d'une analyse détaillée et d'un accord lors d'une session du Groupe de travail ou du Groupe d'experts.

Auteurs principaux :

K.S. White (Etats-Unis d'Amérique), Q.K. Ahmad (Bangladesh), O. Anisimov (Russie), N. Arnell (Royaume-Uni), S. Brown (Etats-Unis d'Amérique), M. Campos (Costa Rica), T. Carter (Finlande), Chunzhen Liu (Chine), S. Cohen (Canada), P. Desanker (Malawi), D.J. Dokken (Etats-Unis d'Amérique), W. Easterling (Etats-Unis d'Amérique), B. Fitzharris (Nouvelle-Zélande), H. Gitay (Australie), A. Githeko (Kenya), S. Gupta (Inde), H. Harasawa (Japon), B.P. Jallow (Gambie), Z.W. Kundzewicz (Pologne), E.L. La Rovere (Brésil), M. Lal (Inde), N. Leary (Etats-Unis d'Amérique), C. Magadza (Zimbabwe), L.J. Mata (Venezuela), R. McLean (Australie), A. McMichael (Royaume-Uni), K. Miller (Etats-Unis d'Amérique), E. Mills (Etats-Unis d'Amérique), M.Q. Mirza (Bangladesh), D. Murdiyarso (Indonésie), L.A. Nurse (Barbade), C. Parmesan (Etats-Unis d'Amérique), M.L. Parry (Royaume-Uni), O. Pilifosova (Kazakhstan), B. Pittock (Australie), J. Price (Etats-Unis d'Amérique), T. Root (Etats-Unis d'Amérique), C. Rosenzweig (Etats-Unis d'Amérique), J. Sarukhan (Mexique), H.-J. Schellnhuber (Allemagne), S. Schneider (Etats-Unis d'Amérique), M.J. Scott (Etats-Unis d'Amérique), G. Sem (Papouasie-Nouvelle-Guinée), B. Smit (Canada), J.B. Smith (Etats-Unis d'Amérique), A. Tsyban (Russie), P. Vellinga (Pays-Bas), R. Warrick (Nouvelle-Zélande), D. Wratt (Nouvelle-Zélande)

Réviseurs :

M. Manning (Nouvelle-Zélande) et C. Nobre (Brésil)

Résumé technique du rapport du Groupe de travail II

1. Objet et optique de l'évaluation

1.1 But

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), créé conjointement par l'Organisation météorologique mondiale et par le Programme des Nations Unies pour l'environnement en 1988, a pour mission d'évaluer les données scientifiques, techniques et socio-économiques utiles pour comprendre les changements climatiques imputables aux activités humaines, l'incidence possible de cette évolution, ainsi que les options d'adaptation et d'atténuation. La structure actuelle du GIEC est la suivante : le Groupe de travail I (GTI) examine les changements climatiques observés et prévus, le Groupe de travail II (GTII) s'intéresse aux incidences, à l'adaptation et à la vulnérabilité face à l'évolution du climat et le Groupe de travail III (GTIII) étudie les moyens d'atténuer les changements climatiques. Ce rapport, intitulé *Bilan 2001 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité*, est la contribution du GTII au Troisième Rapport d'évaluation (TAR) du GIEC sur les questions scientifiques, techniques, environnementales, économiques et sociales liées au climat et aux changements climatiques¹. Le mandat du Groupe de travail II relativement au TAR est d'évaluer la vulnérabilité des systèmes écologiques, des secteurs socio-économiques et de la santé face aux changements climatiques, ainsi que l'incidence potentielle, tant bénéfique que néfaste, de ceux-ci. Il sera aussi question de la faisabilité des mesures d'adaptation visant à renforcer les effets positifs et à atténuer les effets négatifs. Cette nouvelle évaluation s'inspire des évaluations antérieures du GIEC, réexamine leurs principaux résultats et met l'accent sur les nouvelles informations et les conclusions d'études récentes.

1.2 Enjeux

Les activités humaines, notamment la combustion de matières fossiles et la modification de la couverture végétale, changent la concentration des composants de l'atmosphère et les propriétés de surface qui absorbent ou dispersent le rayonnement énergétique. Dans sa contribution au TAR — *Bilan 2001 des changements climatiques : les éléments scientifiques* — le GTI fait le constat suivant : «Compte

tenu des nouveaux éléments de preuve obtenus et des incertitudes qui subsistent encore, l'essentiel du réchauffement observé ces 50 dernières années est probablement dû à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre.» Les changements climatiques futurs devraient se traduire par une poursuite du réchauffement, par la modification des régimes et du volume de précipitations, par l'élévation du niveau de la mer et par une variation de la fréquence et de l'intensité de certains phénomènes extrêmes.

Les enjeux sont importants. De nombreux systèmes terrestres vitaux sont sensibles au climat. Ils subiront les incidences des changements attendus (*degré de confiance très élevé*) dans la circulation océanique, le niveau de la mer, le cycle hydrologique, les cycles du carbone et des nutriments, la qualité de l'air, la productivité et la structure des écosystèmes naturels, la productivité des terres agricoles, des pâturages et des forêts, la répartition géographique, le comportement, l'abondance et la survie des espèces végétales et animales, y compris les vecteurs et hôtes des maladies humaines. Les modifications qui apparaîtront dans ces systèmes en réaction aux changements climatiques, alliées aux effets directs de ces derniers, devraient avoir une incidence à la fois bénéfique et néfaste sur les êtres humains. Leur bien-être subira les répercussions des changements qui surviendront dans l'offre et la demande d'eau, de nourriture, d'énergie et d'autres biens tangibles issus de ces systèmes, dans les possibilités d'utiliser le milieu naturel pour les loisirs et le tourisme, dans les valeurs sociales attachées à l'environnement, comme la préservation et la culture, dans les revenus, dans les pertes humaines et matérielles dues aux phénomènes extrêmes et dans la santé. L'impact de l'évolution du climat réduira les perspectives de développement durable dans différentes parties du monde et pourrait accentuer les inégalités. Il variera d'une population, d'un lieu et d'un moment à l'autre (*degré très élevé de confiance*), soulevant d'importantes questions d'équité.

Si les enjeux sont manifestement importants, les risques associés aux changements climatiques sont plus difficiles à établir. Ils sont fonction de la probabilité et de l'ampleur de différents types d'effets. Le rapport du Groupe de travail II évalue les connaissances acquises sur l'incidence des facteurs climatiques auxquels les systèmes peuvent être exposés, la sensibilité des systèmes à l'évolution des facteurs climatiques, leur capacité d'atténuer ou de tolérer les effets néfastes ou d'accroître les effets bénéfiques par l'adaptation, et leur vulnérabilité face aux effets néfastes (voir l'encadré N° 1). L'incidence possible englobe les effets susceptibles de détruire ou d'endommager de manière grave et irréversible certains systèmes au cours du prochain siècle, les effets modestes auxquels les systèmes peuvent facilement s'adapter et les effets bénéfiques à certains systèmes.

La Figure TS 1 présente l'objet de l'évaluation menée par le Groupe de travail II et ses liens avec les autres éléments liés aux changements climatiques. Les activités qui influent sur le climat exposent les systèmes naturels et humains à un jeu particulier de tensions ou de *stimuli*. Les systèmes qui y sont sensibles sont touchés par les changements, ce qui peut déclencher des modes

¹ Par changement climatique, le GIEC entend toute évolution du climat dans le temps, qu'elle soit imputable à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. Cette définition est différente de celle donnée dans l'article 1 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, à savoir : "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".

Encadré N° 1 — Changements climatiques – Sensibilité, capacité d'adaptation et vulnérabilité

Sensibilité

Proportion dans laquelle un système est influencé, favorablement ou défavorablement, par des *stimuli* liés au climat. Ces *stimuli* englobent tous les éléments liés aux changements climatiques, dont les caractéristiques climatiques moyennes, la variabilité du climat, la fréquence et l'ampleur des extrêmes. Les effets peuvent être directs (par exemple une modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple des dommages causés par la fréquence accrue des inondations de zones côtières dues à l'élévation du *niveau de la mer*).

Capacité d'adaptation

Capacité d'un système de s'adapter aux changements climatiques (notamment à la variabilité du climat et aux phénomènes extrêmes), de façon à atténuer les dommages potentiels, à tirer parti des possibilités offertes et à faire face aux conséquences.

Vulnérabilité

Mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation.

d'adaptation autonomes ou prévus. L'adaptation autonome façonnera les effets nets ou résiduels des changements climatiques. Les mesures de parade face aux effets déjà perçus ou en prévision des effets futurs peuvent prendre la forme d'une adaptation prévue visant à réduire les effets néfastes ou à accroître les effets bénéfiques. Il peut aussi s'agir d'actions propres à atténuer les changements climatiques par la réduction des émissions des gaz à effet de serre et par la revalorisation des puits. L'évaluation a porté sur la partie centrale de la figure TS-1, soit l'exposition, les effets et la vulnérabilité, ainsi que sur la boucle de l'adaptation.

1.3 Optique

Le processus d'évaluation comporte l'appréciation et la synthèse des informations dont on dispose afin de mieux saisir l'incidence des changements climatiques, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité face à ces phénomènes. Les informations proviennent essentiellement de publications révisées par des pairs. D'autres sont issues de documents publiés mais non révisés et de sources non publiées, dont la qualité et la validité ont été jugées satisfaisantes par les auteurs de ce rapport.

L'évaluation a été menée par un groupe international d'experts qui ont été désignés par les gouvernements et les organes scientifiques puis choisis par le Bureau du Groupe de travail II du GIEC pour leur expertise scientifique et technique et pour assurer une représentation géographique équilibrée. Ces experts viennent d'horizons variés : universités, gouvernements, secteurs industriels, organisations scientifiques et environnementales. Ils participent à titre bénévole aux travaux du GIEC, auxquels ils consacrent beaucoup de temps.

Le plan suivi permet d'examiner l'incidence des changements climatiques, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité des systèmes et des régions, en terminant par une synthèse mondiale des questions inter-systèmes et inter-régions. Dans la mesure du possible, et compte tenu de la documentation disponible, les changements

climatiques sont analysés dans l'optique du développement durable et de l'équité. La première partie présente le cadre d'évaluation en exposant le contexte des changements climatiques, les méthodes et les outils employés, les scénarios considérés. Un chapitre évalue la vulnérabilité des ressources en eau, des écosystèmes terrestres (dont l'agriculture et la sylviculture), des systèmes côtiers et océaniques, des établissements humains (y compris les secteurs industriels et énergétiques), des assurances et autres services financiers, et de la santé humaine. Un chapitre est consacré aux huit grandes régions du globe (voir la figure TS 2), soit l'Afrique, l'Asie, l'Australie et la Nouvelle-Zélande, l'Europe, l'Amérique latine, l'Amérique du Nord, les régions polaires et les petits Etats insulaires. Ces régions sont très hétérogènes et l'incidence des changements climatiques, la capacité d'adaptation et la vulnérabilité varieront de façon notable à l'intérieur de chacune d'elles. La dernière partie du rapport fait le point sur l'adaptabilité et sur les possibilités d'atténuer les effets néfastes, de renforcer les effets bénéfiques et de favoriser le développement durable et l'équité; on y présente aussi des informations utiles à l'interprétation de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et des dispositions fondamentales des accords internationaux sur le sujet. Le rapport renferme également un Résumé à l'intention des décideurs. Il s'agit d'une brève synthèse des conclusions formulées qui intéressera plus particulièrement les personnes chargées de prendre des décisions relatives aux changements climatiques. Le présent Résumé technique récapitule de manière plus complète l'évaluation. Les lecteurs qui souhaitent plus d'informations sur un sujet particulier trouveront, entre crochets à la fin des paragraphes, un renvoi aux parties correspondantes du rapport. [1.1]

1.4 Incertitudes

Depuis le SAR, une large place a été accordée à l'élaboration des méthodes permettant de décrire et d'expliquer les incertitudes. Pour apprécier ces incertitudes, le GTII utilise deux méthodes

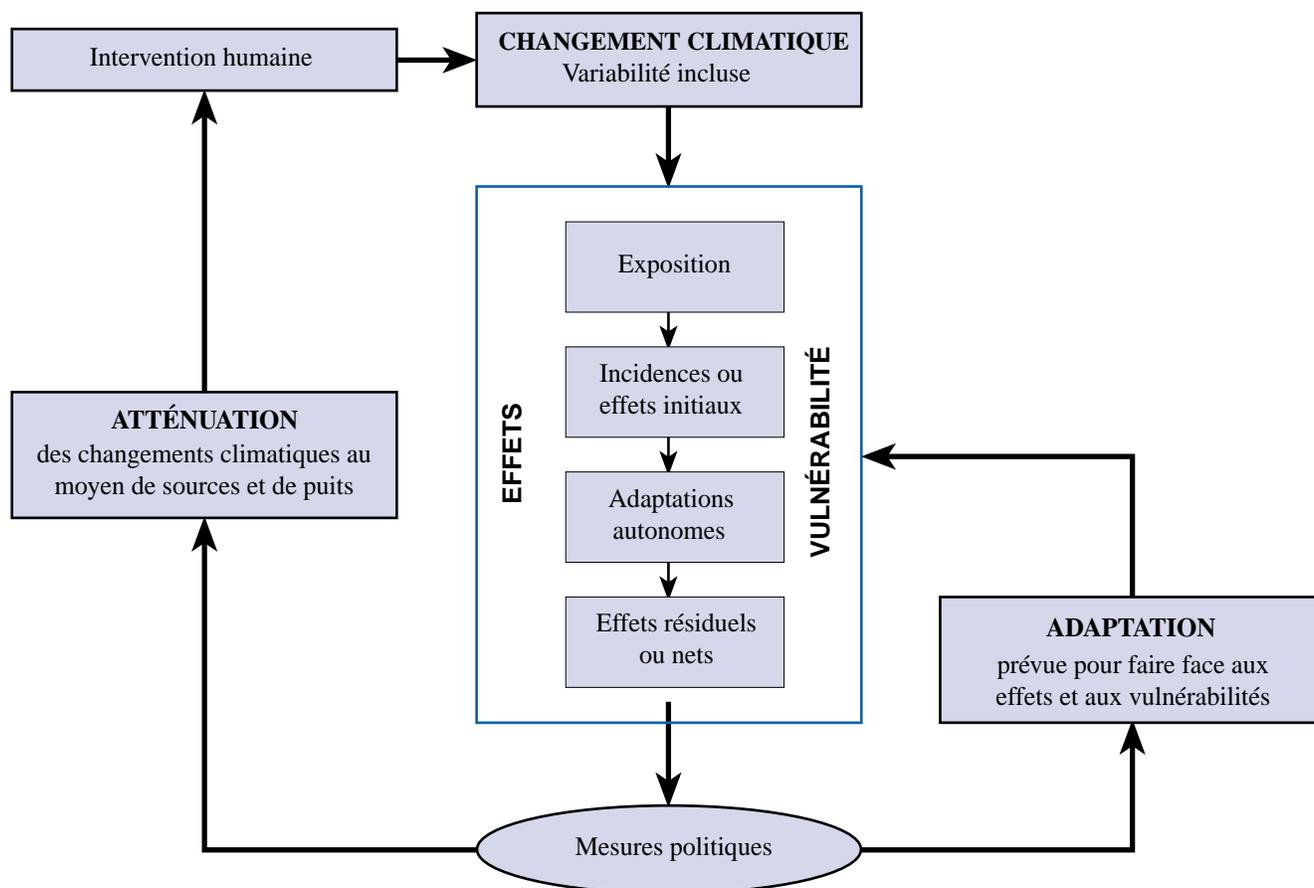


Figure TS 1 : Champ d'application de l'évaluation du Groupe de travail II

dans son évaluation. La méthode quantitative sert à évaluer le degré de confiance dans les cas où la compréhension actuelle des processus pertinents, du comportement des systèmes, des observations, des simulations et des estimations est suffisante pour atteindre un large accord des auteurs du rapport sur les probabilités bayésiennes associées à certains résultats. On recourt à une méthode plus qualitative pour évaluer et indiquer la qualité ou le niveau des connaissances scientifiques sur lesquelles repose une conclusion (voir l'encadré N° 2). Ces deux méthodes et leurs fondements sont décrits plus en détail dans le document intitulé *Third Assessment Report: Cross-Cutting Issues Guidance Papers* (<http://www.gispri.or.jp>), qui a été préparé par le GIEC en vue d'harmoniser la terminologie et les notions employées à l'intérieur et entre les différents volumes du TAR. [1.1, 2.6]

2. Méthodes et outils de l'évaluation

L'évaluation de l'incidence des changements climatiques, de l'adaptation et de la vulnérabilité fait appel à un large éventail de disciplines physiques, biologiques et sociales et, par conséquent, à une variété considérable de méthodes et d'outils. Depuis le SAR, ces méthodes ont affiné la détection des changements survenus dans les systèmes biotiques et physiques, produisant de nouveaux

résultats importants. De plus, on s'est employé à élargir la gamme d'outils utilisés afin de mieux étudier les dimensions humaines du climat comme causes et conséquences des changements et pour traiter plus directement les questions intersectorielles relatives à la vulnérabilité, à l'adaptation et à la prise de décision. On peut constater, en particulier, qu'un plus grand nombre d'études ont employé des méthodes et des outils pour établir le coût et la valeur des effets, gérer les incertitudes, intégrer les répercussions dans différents secteurs et régions et appliquer des cadres analytiques de décision en vue d'évaluer la capacité d'adaptation. De façon générale, ces modestes progrès méthodologiques favorisent la réalisation d'analyses qui permettront de préciser la meilleure façon de prendre les décisions relatives à l'adaptation. [2.8]

2.1 Détection des réactions aux changements climatiques à l'aide d'espèces ou de systèmes indicateurs

Depuis le SAR, des méthodes ont été élaborées afin de déceler l'incidence actuelle des changements climatiques du XX^e siècle sur les systèmes abiotiques et biotiques. L'évaluation des effets sur les systèmes naturels et humains des changements climatiques récents complète utilement les projections de l'impact

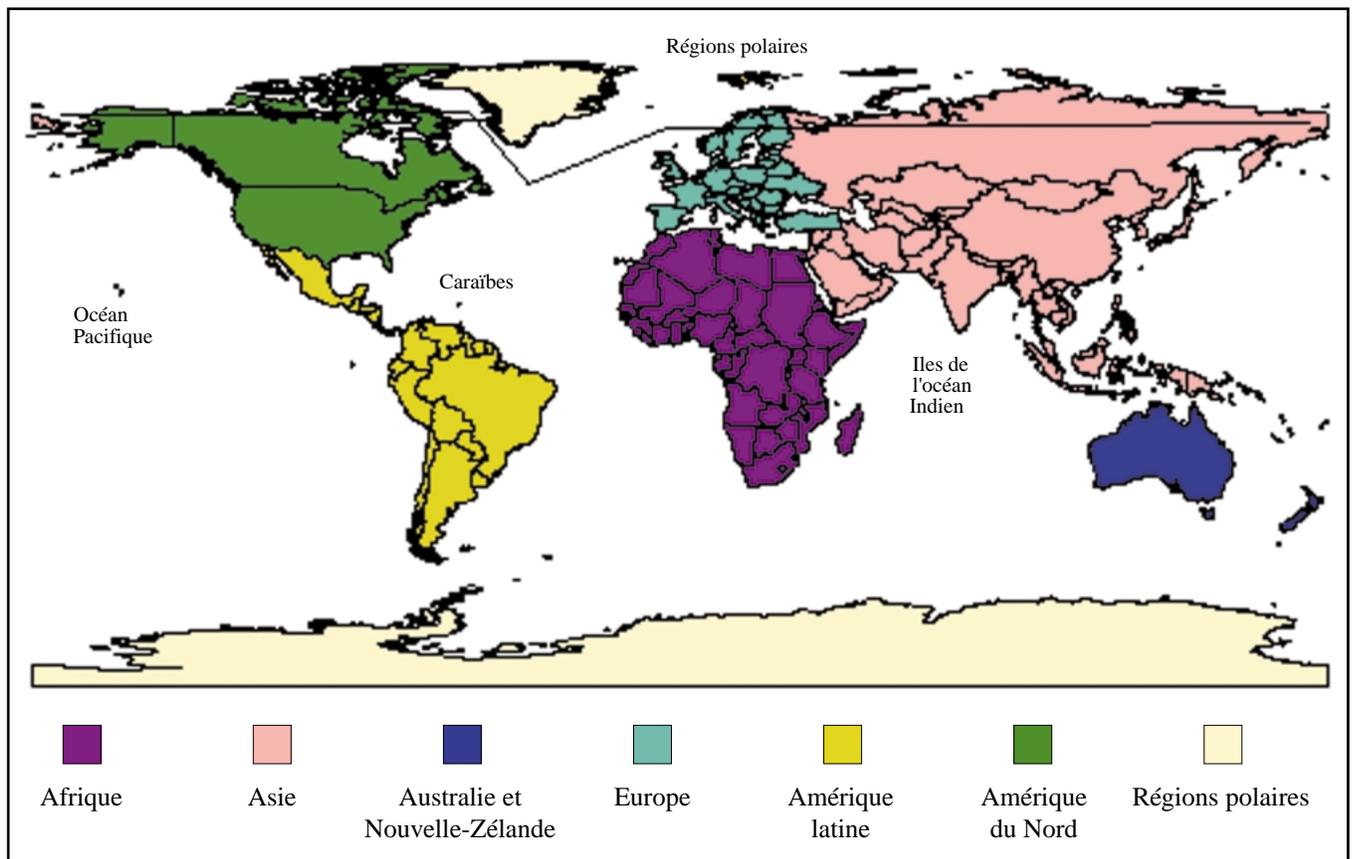


Figure TS 2 : Régions du Troisième rapport d'évaluation du Groupe de travail II du GIEC. Veuillez noter que les régions dans lesquelles sont situés des Petits Etats insulaires en développement comprennent les océans Atlantique, Pacifique et Indien ainsi que la Mer des Caraïbes et la Méditerranée. Les frontières entre l'Europe et l'Asie se trouvent le long des montagnes et de la rivière de l'Oural et de la mer Caspienne. Pour les régions polaires, l'Arctique est composé de la zone située au nord du Cercle Arctique, y compris le Groenland. L'Antarctique est composé du continent antarctique ainsi que de l'océan qui se trouve au sud du 58e parallèle.

futur par les modèles. La détection est rendue difficile par de multiples forces indépendantes du climat, souvent interreliées, qui affectent simultanément ces systèmes. Pour tenter de surmonter ce problème, on a utilisé des espèces (papillons, pingouins, grenouilles, anémones de mer, par exemple) afin de déceler les réactions aux changements climatiques et d'en déduire les répercussions plus globales sur les systèmes naturels (respectivement : prairies naturelles, littoral antarctique, forêt tropicale d'altitude et zone intertidale rocheuse du Pacifique). Un aspect important est la recherche de configurations de changements qui se répètent dans de nombreuses études et qui concordent avec les prévisions, selon l'évolution observée ou prévue du climat. L'imputation de ces modifications aux changements climatiques est mieux fondée lorsque les études sont reproduites dans des régions géographiques et des systèmes divers. Il existe des centaines d'études de ce type mais certains systèmes et régions sont encore sous-représentés. [2.2]

Pour étudier les liens possibles entre l'évolution observée du climat régional et les processus biologiques ou physiques qui surviennent dans les écosystèmes, les auteurs ont rassemblé plus de 2500 articles portant sur le climat et sur l'une des entités suivantes : animaux, végétaux, glaciers, glace de mer, glace de lac ou de cours d'eau. Afin de déterminer si ces entités ont subi l'influence des

changements climatiques, seules les études qui répondaient à au moins deux des critères suivants ont été retenues :

- Une caractéristique de l'entité (par exemple, limite de l'aire de répartition, date de fonte) a évolué au fil du temps.
- Il existe une corrélation entre cette caractéristique et les changements de température locale.
- La température locale s'est modifiée au cours du temps.

Deux de ces trois critères au moins devaient présenter une corrélation statistique significative. Seule la température a été considérée parce qu'on sait clairement comment elle influe sur les entités examinées et parce que ses tendances sont plus homogènes à l'échelle de la planète que celles d'autres facteurs climatiques qui varient localement, par exemple les précipitations. Les études retenues devaient également avoir examiné 10 années de données au moins; plus de 90 pour cent d'entre elles s'étendaient sur plus de 20 ans.

Ces critères stricts ont ramené à 44 le nombre d'études sur les animaux et les végétaux, qui portaient sur plus de 600 espèces. Environ 90 pour cent de ces espèces (plus de 550) présentaient une évolution de leurs caractéristiques dans le temps. Sur ce nombre, 80 pour cent

Encadré N° 2 — Degrés de confiance et état des connaissances

Evaluation quantitative des degrés de confiance

Dans la démarche *quantitative*, les auteurs du rapport attribuent un degré de confiance qui correspond à la conviction des auteurs quant à la validité d'une conclusion, fondée sur leur appréciation collective des données d'observation, des résultats fournis par les modèles et des théories examinés. Il existe cinq degrés de confiance. Dans les tableaux du Résumé technique, les mots sont remplacés par des symboles :

Très élevé (*****)	95 % et plus
Elevé (****)	67 à 95 %
Moyen (***)	33 à 67 %
Faible (**)	5 à 33 %
Très faible (*)	5 % et moins

Evaluation qualitative de l'état des connaissances

Dans la démarche *qualitative*, les auteurs du rapport évaluent le niveau des connaissances scientifiques à l'appui d'une conclusion, selon le nombre d'éléments qui l'étayent et le degré d'accord entre les experts quant au sens de ces éléments. Il existe quatre niveaux qualitatifs :

- **Bien établi** : Les modèles intègrent des processus connus, les observations concordent avec les modèles ou les conclusions s'appuient sur plusieurs séries d'éléments.
- **Etabli mais incomplet** : Les modèles intègrent des processus connus pour la plupart, même si certains paramétrages n'ont peut-être pas été bien testés; les observations concordent plutôt mais sont incomplètes; les estimations empiriques sont fondées mais les processus responsables risquent fort d'évoluer dans le temps; une ou plusieurs séries d'éléments seulement étayent les résultats.
- **Divergent** : Différents modèles expliquent divers aspects des observations ou des éléments ou intègrent divers aspects des processus clés, ce qui produit des explications divergentes.
- **Spéculatif** : Des idées théoriquement plausibles ne sont pas suffisamment représentées dans les documents ou contiennent de nombreuses incertitudes difficiles à réduire. [Encadré 1-1]

environ (plus de 450) ont changé dans le sens attendu, compte tenu des connaissances scientifiques sur les mécanismes qui lient la température à chacune des caractéristiques de ces espèces. La probabilité que plus de 450 espèces sur 550 présentent par hasard des changements conformes aux attentes est négligeable.

Les 16 études sur les glaciers, la glace de mer, l'étendue de la couverture neigeuse/la fonte de la neige, et la glace de lac ou de cours d'eau portaient sur plus de 150 emplacements. On a relevé dans 67 pour cent de ces sites (plus de 100) des changements de caractéristiques au fil du temps. Sur ce nombre, environ 99 pour cent (plus de 99) ont évolué dans le sens attendu, compte tenu des connaissances scientifiques sur les mécanismes qui lient la température aux processus physiques qui régissent les changements dans ces caractéristiques. La probabilité que plus de 99 des 100 emplacements présentent par hasard des changements conformes aux attentes est négligeable. [5.2, 5.4, 19.2]

2.2 Détermination de l'incidence des changements climatiques futurs

Depuis le SAR, les méthodes et les outils servant à étudier l'incidence des changements climatiques futurs ont été améliorés grâce

à l'emploi de modèles orientés sur les processus, de scénarios des changements climatiques transitoires, de meilleures bases de référence socio-économiques et d'échelles spatiales et temporelles plus précises. Les études nationales et les évaluations régionales effectuées sur tous les continents ont testé les modèles et les outils dans des contextes divers. Les modèles d'impact du premier ordre ont été reliés aux modèles des systèmes mondiaux. On a intégré l'adaptation dans de nombreuses évaluations, souvent pour la première fois.

Il reste des lacunes méthodologiques concernant les échelles, les données, la validation et l'intégration de l'adaptation et des dimensions humaines des changements climatiques. Les procédures permettant d'évaluer la vulnérabilité régionale et locale ainsi que les stratégies d'adaptation à long terme exigent des évaluations plus précises, des méthodologies pour relier les échelles et une modélisation dynamique qui utilise des jeux de données nouveaux et correspondants. La validation à différentes échelles est souvent absente. Une intégration régionale intersectorielle est nécessaire pour saisir la vulnérabilité dans le contexte du développement local et régional. Les méthodes et les outils employés pour évaluer la vulnérabilité face aux événements extrêmes ont été améliorés mais ils restent limités par le faible degré de confiance dans les scénarios

des changements climatiques et par la sensibilité des modèles d'impact aux anomalies majeures. Il faut comprendre et intégrer les effets économiques d'ordre supérieur et d'autres dimensions humaines de l'évolution mondiale. L'élaboration de modèles d'adaptation et d'indices de vulnérabilité en vue d'établir la priorité des options d'adaptation n'en est qu'à ses débuts dans bien des domaines. Enfin, on doit améliorer les mécanismes par lesquels les parties intéressées sont associées aux évaluations. [2.3]

2.3 Evaluation globale

L'évaluation globale est une démarche interdisciplinaire qui combine, interprète et diffuse le savoir de diverses disciplines des sciences naturelles et sociales en vue de rechercher et de comprendre les relations de cause à effet en jeu dans et entre les systèmes complexes. Les méthodes employées comprennent la modélisation assistée par ordinateur, l'analyse de scénarios, la simulation et l'évaluation participative globale, ainsi qu'une évaluation qualitative basée sur l'expérience et sur l'expertise. Depuis le SAR, on a nettement avancé dans l'élaboration de ces approches et dans l'application de celles-ci à une évaluation globale, mondialement et régionalement.

Toutefois, les progrès accomplis à ce jour, surtout en ce qui concerne les modèles intégrés, visaient avant tout les questions d'atténuation à l'échelle mondiale ou régionale et, en deuxième lieu seulement, les questions d'incidence, de vulnérabilité et d'adaptation. Il faut s'efforcer de mettre au point des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité, particulièrement à l'échelle nationale et infranationale, là où sont ressentis les effets des changements climatiques et où sont mises en œuvre les mesures de parade. On doit définir des moyens d'inclure explicitement l'adaptation et la capacité d'adaptation dans les applications spécifiques. [2.4]

2.4 Etablissement du coût et de la valeur

Les méthodes d'estimation du coût et de la valeur économiques reposent sur la notion de coût d'opportunité des ressources consommées, détériorées ou préservées. Ce coût est différent si le marché est ouvert à la concurrence ou monopolistique et si des externalités sont internalisées. Il dépend également du taux d'actualisation, qui peut varier d'un pays, d'un moment et d'une génération à l'autre. Il est aussi possible d'estimer l'incidence des incertitudes quand on connaît les probabilités liées aux résultats. Les biens et les services publics et non commerciaux peuvent être évalués par la volonté de payer pour en bénéficier ou d'accepter une indemnisation en leur absence. Il faut mesurer l'incidence sur différents groupes, sociétés, nations et espèces. La comparaison de différents modes de répartition des richesses entre les particuliers et les groupes d'un même pays peut être utile, à condition de suivre des normes intrinsèquement cohérentes. La comparaison entre des nations dotées de systèmes gouvernementaux, sociaux et éthiques différents ne peut encore se faire de façon valable.

Les méthodes d'établissement du coût et de la valeur n'ont pas progressé de manière notable depuis le SAR. De nombreuses applications des méthodes actuelles à un éventail plus large de questions liées aux changements climatiques ont toutefois montré les avantages et les limites de ces dernières. Un travail de recherche est nécessaire pour renforcer les méthodes d'évaluation à objectifs multiples. On opte de plus en plus pour ces évaluations, mais il faut faire en sorte que les mesures sous-jacentes traduisent mieux les contextes sociaux, économiques et culturels. De plus, les méthodes d'intégration de ces mesures multiples manquent encore. [2.5]

2.5 Cadres analytiques de décision

Les décideurs chargés de concevoir et de mettre en œuvre les mesures d'adaptation devraient pouvoir s'appuyer sur les résultats produits par au moins un cadre d'analyse parmi un ensemble diversifié. Les méthodes courantes comprennent les analyses des coûts-avantages et de l'efficacité par rapport au coût, divers types d'analyses de décision (dont les études à objectifs multiples) et les techniques participatives telles que les exercices de politique.

On relève très peu de cas où les décideurs ont recouru aux cadres analytiques pour évaluer les options d'adaptation. Parmi la multitude d'évaluations de l'incidence des changements climatiques étudiées dans le TAR, une faible partie seulement renferme une estimation complète et quantitative des options d'adaptation et de leurs coûts, des avantages et des incertitudes. Ces informations sont nécessaires pour appliquer valablement toute méthode analytique aux problèmes d'adaptation. Il faut utiliser plus largement ces méthodes à l'appui des décisions afin d'établir leur efficacité et de déterminer l'orientation des recherches à mener sur la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques. [2.7]

3. Scénarios des changements climatiques futurs

3.1 Nature et utilité des scénarios

Un scénario est une description vraisemblable, cohérente et intrinsèquement homogène d'un état futur du globe. On en a couramment besoin dans les évaluations de l'incidence des changements climatiques, des mesures d'adaptation et de la vulnérabilité pour avoir des visions différentes des conditions susceptibles d'influer sur un système ou sur une activité. On distingue les scénarios climatiques, qui décrivent le facteur de forçage qui intéresse au premier chef le GIEC, et les scénarios non climatiques, qui définissent le contexte socio-économique et environnemental dans lequel ce forçage survient. La plupart des évaluations des incidences des changements climatiques se base sur les résultats de modèles d'impact qui reçoivent en entrée les données de scénarios climatiques et non climatiques. [3.1.1, encadré 3-1]

3.2 Scénarios des conditions socio-économiques, de l'environnement et de l'utilisation des terres

Les scénarios non climatiques qui décrivent les changements à venir dans les conditions socio-économiques, l'environnement et l'utilisation des terres sont utiles pour déterminer la sensibilité des systèmes, leur vulnérabilité et leur capacité d'adaptation. Ces scénarios n'ont été adoptés que depuis peu dans les évaluations d'incidence, parallèlement aux scénarios climatiques.

Scénarios des conditions socio-économiques. Ils ont davantage servi à établir les projections des émissions de gaz à effet de serre qu'à évaluer la vulnérabilité et la capacité d'adaptation face au climat. La plupart cernent plusieurs sujets ou domaines, comme la population ou l'activité économique, ainsi que des facteurs contextuels comme la structure des pouvoirs publics, les valeurs sociales et les voies du développement technologique. Les scénarios permettent d'établir la vulnérabilité socio-économique de référence, avant les changements climatiques, de déterminer l'incidence des changements climatiques et d'évaluer la vulnérabilité après l'adaptation. [3.2]

Scénarios des changements d'affectation et de couverture des terres. Ils concernent plusieurs processus essentiels pour estimer les changements climatiques et leur impact. Premièrement, l'utilisation et la couverture des terres influent sur les flux de carbone et sur les émissions de gaz à effet de serre, qui ont un impact direct sur la composition de l'atmosphère et les propriétés du forçage radiatif. Deuxièmement, ces deux paramètres modifient les caractéristiques de la surface de la terre, et indirectement, les processus climatiques. Troisièmement, l'évolution et la conversion de la couverture des terres peuvent altérer les propriétés des écosystèmes et leur vulnérabilité face aux changements climatiques. Enfin, plusieurs options et stratégies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre concernent la couverture et le changement d'affectation des terres. Une grande variété de scénarios des changements d'affectation et de couverture des terres ont été élaborés. La plupart ne traitent pas expressément des changements climatiques, ils sont plutôt axés sur des questions telles que la sécurité alimentaire ou le cycle du carbone. Depuis le SAR, on a beaucoup progressé dans la définition des configurations passées et présentes d'utilisation et de couverture des terres, ainsi que dans l'estimation des scénarios futurs. Les modèles d'évaluation globale sont actuellement les meilleurs outils pour élaborer ces scénarios. [3.3.1, 3.3.2]

Scénarios concernant l'environnement. Ils s'attachent aux changements dans les facteurs environnementaux qui surviendront indépendamment de l'évolution du climat. Comme ces facteurs pourraient jouer un rôle important en modifiant l'incidence des changements climatiques futurs, on a besoin de scénarios qui décrivent les conditions environnementales possibles, par exemple la composition de l'atmosphère [dioxyde de carbone (CO₂), ozone troposphérique, composés acidifiants, ultraviolets-B (UVB), etc.], les volumes, la consommation et la qualité de l'eau, la pollution marine. Outre les effets directs de l'enrichissement en CO₂, les évaluations passées ont rarement étudié l'évolution des autres facteurs

environnementaux parallèlement aux changements climatiques, même cette pratique s'étend avec l'apparition de l'évaluation globale. [3.4.1]

3.3 Scénarios de l'élévation du niveau de la mer

Ces scénarios sont nécessaires pour évaluer les facteurs qui menacent les établissements humains, les écosystèmes naturels et les paysages des zones côtières. Quand ils portent sur l'élévation de la mer par rapport aux mouvements de la surface des terres émergées locales, ils sont très utiles aux évaluations d'impact et d'adaptation. On a besoin de relevés de hauteur des marées et des vagues sur 50 années ou plus, ainsi que d'informations sur le temps violent et les processus côtiers, afin d'établir les niveaux ou les tendances de référence. Les techniques récentes d'altimétrie par satellite et de nivellement direct ont amélioré et normalisé la détermination du niveau relatif de la mer sur de vastes étendues du globe. [3.6.2]

Bien que certains éléments de l'élévation future du niveau de la mer puissent être modélisés à l'échelle régionale au moyen de modèles couplés océan-atmosphère, la méthode la plus courante pour établir des scénarios consiste à appliquer des estimations moyennes globales à partir de modèles simples. Les changements dans la fréquence des phénomènes extrêmes (ondes de tempête, surélévation des vagues, etc.) qui peuvent avoir un fort impact sur les côtes sont parfois analysés en superposant des événements observés à un niveau moyen de la mer en élévation. Depuis peu, certaines études expriment en termes probabilistes la montée future du niveau de la mer, ce qui permet d'évaluer les niveaux de hausse par rapport au risque de dépasser un seuil d'impact critique. [3.6.3, 3.6.4, 3.6.5, 3.6.6]

3.4 Scénarios climatiques

Trois grandes catégories de scénarios climatiques sont utilisées dans les évaluations d'incidences : les scénarios incrémentiels, les scénarios par analogies et les scénarios basés sur les modèles climatiques. Les premiers, qui consistent simplement à ajuster les valeurs de référence en fonction des changements prévus, peuvent être très utiles pour tester la sensibilité d'un système au climat. Toutefois, parce que les ajustements sont arbitraires, ils ne sont pas forcément réalistes du point de vue météorologique. Les analogies d'un climat modifié provenant du passé ou d'autres régions peuvent être difficiles à définir et sont rarement employées, même si elles peuvent fournir à l'occasion des informations intéressantes sur l'incidence des conditions climatiques au-delà de la gamme actuelle. [3.5.2]

Les scénarios les plus courants utilisent les résultats des modèles de la circulation générale (MCG). On les établit généralement en appliquant aux valeurs de référence (fondées souvent sur les observations régionales du climat au cours d'une période déterminée, par exemple 1961–1990) l'écart proportionnel ou absolu entre les simulations du climat présent et du climat futur. Les études d'impact les plus récentes ont élaboré des scénarios à partir des résultats de MCG d'état transitoire, même si certaines emploient

Tableau TS 1 : Conséquences des scénarios SRES sur la composition de l'atmosphère, le climat et le niveau de la mer. Les valeurs de la population, du PIB et du coefficient de revenu par habitant (mesure de l'équité régionale) sont celles appliquées dans les modèles d'évaluation intégrée servant à estimer les émissions (selon les tableaux 3-2 et 3-9).

Date	Population mondiale (milliards) ^a	PIB mondial (10 ¹² \$US/an) ^b	Coefficient de revenu par habitant ^c	Concentration d'ozone troposphérique (ppm) ^d	Concentration de CO ₂ (ppm) ^e	Hausse mondiale des températures (°C) ^f	Élévation mondiale du niveau (cm) ^g
1990	5,3	21	16,1	-	354	0	0
2000	6,1-6,2	25-28	12,3-14,2	40	367	0,2	2
2050	8,4-11,3	59-187	2,4-8,2	~60	463-623	0,8-2,6	5-32
2100	7,0-15,1	197-550	1,4-6,3	>70	478-1099	1,4-5,8	9-88

^a Les valeurs de 2000 montrent la gamme obtenue avec les six scénarios d'émissions SRES; les valeurs de 2050 et 2100 montrent la gamme obtenue avec les 40 scénarios SRES.

^b Voir la note a; produit intérieur brut en milliards de dollars des Etats-Unis de 1990 par an.

^c Voir la note a; pays développés et économies en transition (Annexe I) par rapport aux pays en développement (non-Annexe I).

^d Estimations des modèles pour les continents industrialisés de l'hémisphère Nord, en supposant que les émissions en 2000, 2060 et 2100 tirées des scénarios SRES d'illustration A1F et A2 se situent à l'extrémité supérieure de la gamme SRES (chapitre 4, GTI TAR).

^e Valeur de 1999 observée (chapitre 3, GTI TAR); valeurs de 1990, 2050 et 2100 tirées de passages de modèles simples avec la gamme des 35 scénarios SRES entièrement quantifiés, en tenant compte des incertitudes liées aux rétroactions du cycle du carbone selon la sensibilité du climat (données de S.C.B. Raper, chapitre 9, GTI TAR). A noter que les amplitudes de 2050 et de 2100 diffèrent de celles présentées par le GTI du TAR (Annexe II), qui reposaient sur les six scénarios SRES d'illustration, à partir de simulations avec deux modèles différents du cycle du carbone.

^f Changement de la température annuelle moyenne du globe par rapport à 1990, moyenne des passages de modèles climatiques simples à partir des résultats de sept MCGAO, avec une sensibilité climatique moyenne de 2,8 °C sur la gamme des 35 scénarios SRES entièrement quantifiés (chapitre 9, GTI TAR).

^g Sur la base du changement de la température moyenne du globe mais en tenant également compte des incertitudes dans les paramètres des modèles en ce qui a trait à la glace terrestre, au pergélisol et aux dépôts de sédiments (chapitre 11, GTI TAR).

encore les résultats plus anciens d'état d'équilibre. La grande majorité des scénarios correspondent à des changements du climat moyen; toutefois, on a incorporé récemment les changements dans la variabilité et dans les phénomènes météorologiques extrêmes, qui peuvent avoir de fortes répercussions sur certains systèmes. Trois méthodes servent à obtenir des détails régionaux à partir des résultats généraux des MCG : l'interpolation simple, la réduction d'échelle statistique et la modélisation dynamique à haute résolution. L'interpolation simple, qui reproduit la configuration de changement des MCG, est la méthode la plus employée. Par opposition, les méthodes qui font appel aux statistiques et à la modélisation peuvent produire des changements locaux différents des estimations à grande échelle des MCG. Davantage de recherches sont nécessaires pour évaluer l'intérêt de ces exercices de régionalisation pour les études d'impact. Cette prudence est justifiée par la grande incertitude qui entache les projections des MCG et qui doit être mieux quantifiée au moyen de comparaisons de modèles, de nouvelles simulations et de méthodes de mise à l'échelle. [3.5.2, 3.5.4, 3.5.5]

3.5 Scénarios du XXI^e siècle

Le GIEC a publié en 2000 un *Rapport spécial sur les scénarios d'émissions* afin de remplacer la série des six scénarios IS92 élaborée pour le GIEC en 1992. Ces nouveaux outils examinent la période 1990 à 2100 et renferment une série d'hypothèses socio-économiques (population mondiale, produit intérieur brut, etc.). On a aussi calculé les conséquences pour d'autres aspects des changements mondiaux; dont certaines sont résumées, pour 2050 et 2100, dans le tableau TS 1. Par exemple, les concentrations moyennes d'ozone troposphérique en juillet au-dessus des continents industrialisés de l'hémisphère Nord devraient passer de 40 ppb en 2000 à plus de 70 ppb en 2100, selon les scénarios SRES d'illustration les plus élevés, alors que la norme d'air pur a été fixée sous 80 ppb. Les pics d'ozone constatés lors d'événements locaux de smog pourraient être nettement plus élevés. Les concentrations de CO₂ sont estimées entre 478 ppm et 1099 ppm d'ici 2100, compte tenu de la gamme des émissions SRES et les incertitudes touchant le cycle du carbone (tableau TS 1). Une telle amplitude du forçage radiatif devrait produire un réchauffement mondial de 1,4 °C à 5,8 °C de 1990 à 2100, selon la sensibilité du

Tableau TS 2 : Quelques conséquences des changements attendus dans les phénomènes climatiques extrêmes

Nature et vraisemblance des changements attendus au XXI ^e siècle dans les phénomènes climatiques extrêmes	Exemples représentatifs des conséquences attendues (toujours avec un degré élevé de confiance dans certaines régions)
<i>Extrêmes simples</i>	
Températures maximales plus élevées, plus de journées chaudes et de vagues de chaleur ^d sur presque toutes les terres émergées (<i>très probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Hausse de l'incidence des décès et des maladies graves chez les personnes âgées et les pauvres en milieu urbain • Augmentation du stress thermique chez le bétail et dans la faune • Modification des destinations touristiques • Aggravation des risques de dommages à certaines cultures • Augmentation de la consommation électrique pour le refroidissement et baisse de la fiabilité des approvisionnements énergétiques
Température minimales plus élevées, moins de journées froides, de jours de gel et de vagues de froid ^d sur presque toutes les terres émergées (<i>très probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de la morbidité et de la mortalité liée au froid • Atténuation des risques de dommages à certaines cultures, aggravation pour d'autres • Extension de l'aire de répartition et de l'activité de certains animaux nuisibles et vecteurs de maladies • Diminution de la consommation énergétique pour le chauffage
Episodes de précipitations intenses plus fréquents (<i>très probable^a</i> , sur de nombreuses régions)	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des dommages provoqués par les inondations, les glissements de terrain, les avalanches et les coulées de boue • Accélération de l'érosion des sols • Accélération possible de la recharge de certaines nappes des plaines d'inondation par l'augmentation de l'écoulement de crue • Accentuation des pressions sur l'Etat, les régimes privés d'assurance-inondation et les programmes d'assistance aux sinistrés
<i>Extrêmes complexes</i>	
Assèchement estival plus accentué à l'intérieur de la plupart des continents aux latitudes moyennes et risque de sécheresse (<i>probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse du rendement des cultures • Aggravation des dommages aux fondations des ouvrages dus au retrait des sols • Diminution de la quantité et de la qualité des ressources en eau • Augmentation des risques de feux de forêt
Pointes de vent plus intenses et moyennes et pointes de précipitations plus intenses lors des cyclones tropicaux (<i>probable^a</i> , dans certaines régions) ^e	<ul style="list-style-type: none"> • Aggravation des risques de décès, d'épidémies infectieuses et de nombreux • Accélération de l'érosion des côtes et aggravation des dommages aux ouvrages et bâtiments côtiers • Aggravation des dommages aux écosystèmes côtiers tels les récifs coralliens et les mangroves
Sécheresses et inondations plus intenses associées aux épisodes <i>El Niño</i> dans de nombreuses régions différentes (<i>probable^a</i>) [Voir aussi Episodes de précipitations intenses et sécheresse]	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la productivité des terres agricoles et des parcours dans les régions sujettes à la sécheresse et aux inondations • Baisse du potentiel hydroélectrique dans les régions sujettes à la sécheresse
Variabilité plus grande des précipitations lors de la mousson d'été en Asie (<i>probable^a</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de l'ampleur des inondations et des sécheresses et aggravation des dommages en Asie tempérée et tropicale
Tempêtes plus intenses aux latitudes moyennes (peu de concordance entre les modèles actuels) ^d	<ul style="list-style-type: none"> • Aggravation des risques pour la santé et la vie humaine • Augmentation des pertes de biens et d'infrastructure • Aggravation des dommages aux écosystèmes côtiers

^a La vraisemblance renvoie à l'appréciation du degré de confiance, selon l'échelle utilisée par le Groupe de travail I : *très probable* (90 à 99 % de chances), *probable* (66 à 90 % de chances). Sauf indication contraire, les informations sur les phénomènes climatiques proviennent du Résumé à l'intention des décideurs, TAR GTI.

^b Ces conséquences pourraient être amoindries par des mesures de parade adaptées.

^c Selon les informations tirées d'autres chapitres de ce rapport; un degré élevé de confiance correspond à une probabilité de 67 à 95 % comme cela est indiqué dans la note 6 du Résumé à l'intention des décideurs, TAR GTII.

^d Informations tirées du Résumé technique, TAR GTI, section F.5.

^e Des changements dans la distribution régionale des cyclones tropicaux sont possibles mais ils n'ont pas été établis.

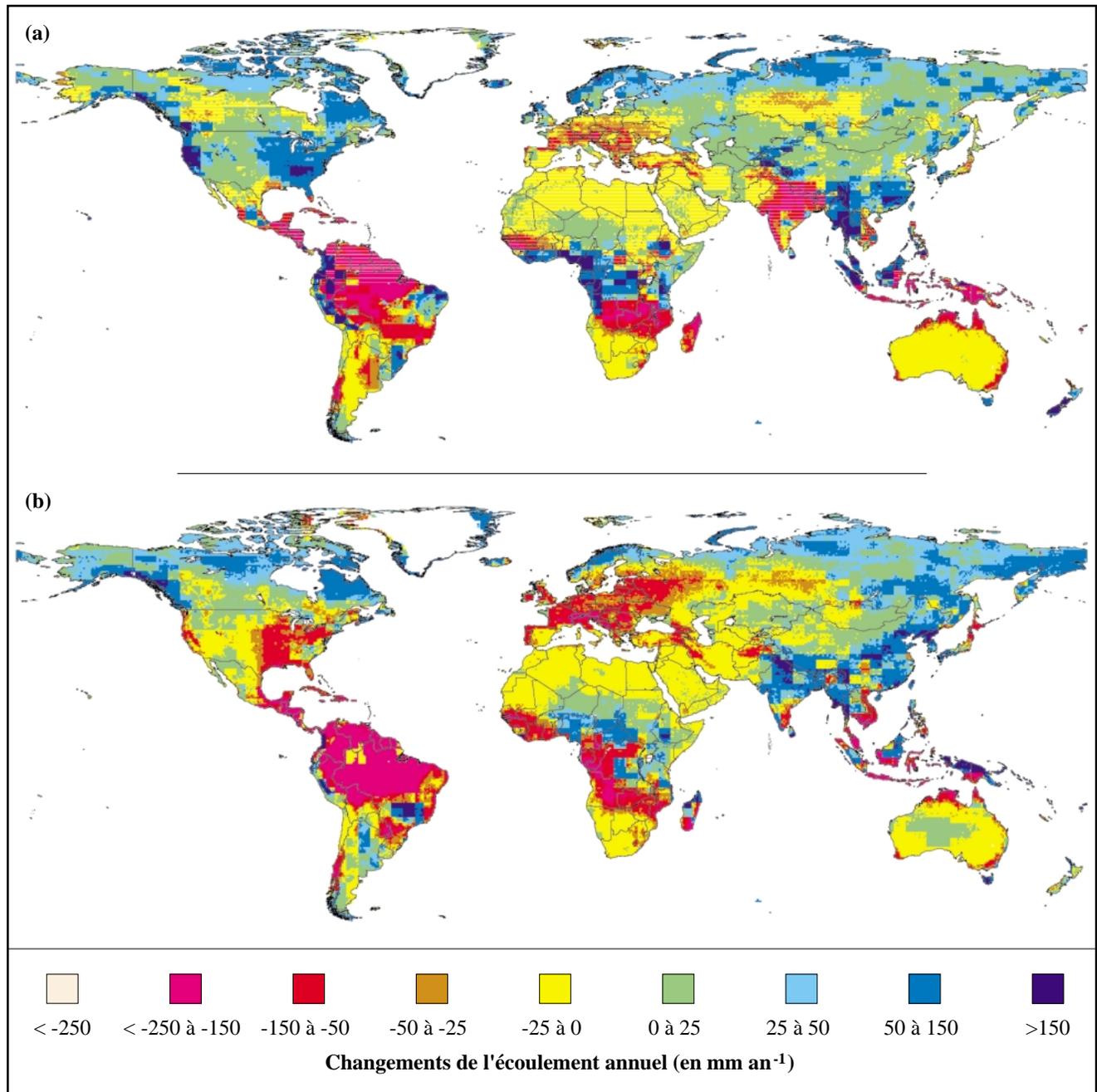


Figure TS 3 : Le modèle des changements d'écoulement suit largement le modèle des simulations de changements de précipitations, qui varie entre modèles climatiques. Les modélisations des augmentations de l'écoulement indiquées dans les deux cartes (a) HadCM2 ensemble moyen et b) HadCM3]; voir la Section 4.3.6.2 du Chapitre 4 pour les modèles de discussion et de scénarios utilisés) pour les latitudes hautes et l'Asie du Sud-Est, et les baisses en Asie centrale, le pourtour méditerranéen, le sud de l'Afrique, et l'Australie, sont tout à fait cohérents, en terme d'orientation des changements dans les modèles climatiques. Dans d'autres parties du monde, les changements de précipitations et d'écoulement varient entre les scénarios de changements climatiques.

climat. Cette hausse des températures est supérieure aux valeurs indiquées dans le SAR ($0,7\text{ °C}$ à $3,5\text{ °C}$), en raison des niveaux plus élevés de forçage radiatif dans les scénarios SRES que dans les scénarios IS92a-f, surtout à cause des émissions moindres d'aérosols sulfatés, particulièrement après 2050. L'ampleur correspondante de l'élévation du niveau de la mer dans le monde (pour un tel réchauffement mondial allié à une gamme de sensibilités de la fonte des glaces) est estimée entre 9 et 88 cm en 2100 (contre 15 à 95 cm dans le SAR). [3.2.4.1, 3.4.4, 3.8.1, 3.8.2]

En ce qui concerne les *changements moyens du climat régional*, on a utilisé les résultats des MCG en supposant que les nouveaux scénarios d'émissions SRES présentent de nombreuses similitudes avec les passages précédents. Dans sa contribution au TAR, le GTI conclut que les taux de réchauffement devraient être supérieurs à la moyenne mondiale sur la plupart des terres émergées et qu'ils seront plus prononcés aux hautes latitudes en hiver. La couverture neigeuse et l'étendue des glaces de mer diminueront dans l'hémisphère Nord. Les modèles indiquent un réchauffement inférieur à la moyenne

mondiale dans l'Atlantique Nord et dans les régions circumpolaires de l'océan austral, ainsi que dans le sud et le sud-est de l'Asie et le sud de l'Amérique du Sud en juin-août. On notera à l'échelle du globe une augmentation de la vapeur d'eau et des précipitations moyennes. En décembre-février, les précipitations devraient augmenter dans les régions extratropicales de l'hémisphère Nord, en Antarctique et en Afrique tropicale. Selon les modèles, elles devraient diminuer en Amérique centrale et peu changer en Asie du Sud-Est. De juin à août, les précipitations devraient être plus élevées aux hautes latitudes de l'hémisphère Nord, en Antarctique et dans le sud de l'Asie; on attend peu de changement en Asie du Sud-Est et une baisse en Amérique centrale, en Australie, en Afrique australe et dans la région méditerranéenne.

On peut aussi s'attendre à des changements dans la fréquence et l'intensité des phénomènes climatiques extrêmes. Selon les conclusions du rapport présenté par le GTI et compte tenu de l'échelle de probabilité employée, il est fort probable que les températures diurnes maximales et minimales augmenteront et seront accompagnées d'une plus grande fréquence de journées chaudes, pour un forçage par les GES jusqu'en 2100. Il est également fort probable que les vagues de chaleur seront plus nombreuses et que le nombre de vagues de froid et de jours de givre (dans les régions concernées) déclinera. On peut s'attendre à une augmentation des épisodes de précipitations intenses à de nombreux endroits. La variabilité des précipitations de mousson d'été en Asie s'accroîtra probablement. La fréquence des sécheresses estivales augmentera à l'intérieur de nombreux continents; les sécheresses et les inondations associées au phénomène *El Niño* devraient s'intensifier. Les pointes de vent et les moyennes et pointes de précipitations qui accompagnent les cyclones tropicaux s'intensifieront probablement. Il est impossible, avec les modèles climatiques actuels, de préciser dans quel sens évoluera l'intensité moyenne des tempêtes aux latitudes moyennes. [Tableau 3-10]

3.6 Amélioration possible des scénarios et de leur emploi

Certains éléments de l'élaboration et de l'emploi des scénarios sont maintenant bien établis et éprouvés, à savoir : développement constant de bases de données mondiales et régionales qui visent à définir les conditions de référence, large utilisation des scénarios incrémentiels pour étudier la sensibilité des systèmes avant l'application de scénarios basés sur les modèles, disponibilité accrue et utilisation plus vaste des estimations sur les changements moyens à long terme dans le monde, sur la base des projections fournies par les organisations internationales spécialisées ou de l'emploi de modèles simples, et accroissement du volume d'informations permettant de concevoir des scénarios régionaux relatifs à certains aspects des changements mondiaux. [3.9.1]

Les scénarios actuels comportent beaucoup de lacunes, dont beaucoup sont étudiées de près. On cherche notamment à représenter correctement les changements dans les conditions socio-économiques, l'environnement et l'utilisation des terres, à

améliorer la résolution spatiale et temporelle, et à incorporer les changements de variabilité ainsi que les conditions moyennes. Il est nécessaire de porter davantage attention à la construction des scénarios qui traitent des questions de stratégie telles que la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre ou l'adaptation, et d'améliorer la représentation des incertitudes dans les projections, éventuellement en recourant à un cadre d'évaluation des risques. [3.9.2]

4. Systèmes naturels et humains

Les systèmes naturels et humains seront vraisemblablement exposés à des changements dans la moyenne, la gamme et la variabilité des températures et des précipitations, ainsi que dans la fréquence et la gravité des phénomènes météorologiques. Ils subiront aussi sans doute les effets indirects de l'évolution du climat, par exemple l'élévation du niveau de la mer et les changements dans l'humidité des sols, les conditions terrestres et aquatiques, la fréquence des incendies et des infestations de ravageurs, la répartition des vecteurs et des hôtes des maladies infectieuses. La sensibilité d'un système dépend de ses caractéristiques, qui peuvent produire des effets néfastes ou bénéfiques. La capacité de tolérer des effets néfastes est modérée par l'adaptabilité. La possibilité d'adapter la gestion des systèmes est déterminée par l'accès aux ressources, à l'information et à la technologie, par les compétences et les connaissances dans leur utilisation, et par la stabilité et l'efficacité des institutions culturelles, économiques, sociales et gouvernementales qui facilitent ou limitent la réaction des systèmes humains.

4.1 Ressources en eau

On perçoit des tendances en matière d'écoulement fluvial (augmentations et diminutions du volume) dans de nombreuses régions. Toutefois, il est peu probable que ces tendances résultent des changements climatiques étant donné, notamment, la variabilité du comportement hydrologique dans le temps, la brièveté des relevés d'instruments et la réaction du débit fluvial à d'autres facteurs. *En revanche, il est fort probable que les observations relatives à l'accélération généralisée du recul des glaciers et au déplacement des débits, du printemps à l'hiver, dans de nombreuses régions sont liées aux hausses de température relevées.* Le degré de confiance dans ces résultats est élevé parce que ces changements sont causés par l'élévation des températures et ne sont pas touchés par les facteurs qui influent sur les volumes d'écoulement. Le recul des glaciers se poursuivra et de nombreux petits glaciers disparaîtront (*degré de confiance élevé*). Le rythme dépendra de la vitesse du réchauffement. [4.3.6.1, 4.3.11]

L'incidence des changements climatiques sur l'écoulement fluvial et sur la recharge des nappes souterraines varie d'une région et d'un scénario à l'autre, suivant largement les variations attendues dans les précipitations. Pour certaines régions du monde, le sens des changements est cohérent entre les scénarios, mais l'ampleur ne l'est pas. Ailleurs, le sens est incertain. La figure TS 3 montre les modifications possibles de

l'écoulement selon deux scénarios des changements climatiques. Le degré de confiance dans le sens et l'ampleur des changements en matière d'écoulement et de recharge des nappes souterraines dépend largement de la fiabilité des projections visant les précipitations. L'augmentation de l'écoulement aux hautes latitudes et en Asie du Sud-Est et la diminution en Asie centrale, autour de la Méditerranée et en Afrique australe présentent une bonne concordance entre les modèles climatiques. Dans d'autres zones, les changements varient selon les modèles employés. [4.3.5, 4.3.6.2]

Les débits de pointe seront décalés du printemps à l'été dans beaucoup de régions où les chutes de neige occupent une place importante dans l'équilibre hydrologique (degré élevé de confiance). Quand la température s'élève, une plus grande proportion des précipitations hivernales survient sous forme de pluie plutôt que sous forme de neige. Il n'y a donc pas d'accumulation à la surface avant la fonte du printemps. Dans les zones très froides, les précipitations continueront à se produire sous forme de neige en dépit du réchauffement et l'écoulement sera donc peu décalé dans le temps. Les plus grands changements devraient donc apparaître dans les zones «marginales», dont l'Europe centrale, l'Europe de l'est et le sud des Rocheuses, où une faible hausse des températures réduit notablement les chutes de neige. [4.3.6.2]

L'élévation de la température de l'eau devrait entraîner une baisse de la qualité (degré élevé de confiance). L'effet de la température sur la qualité de l'eau serait accentué ou atténué par les variations du volume de l'écoulement, selon le sens du changement. Toutes choses étant égales par ailleurs, le réchauffement de l'eau altère le rythme des processus biochimiques (dégradants ou purifiants) et, surtout, abaisse la concentration d'oxygène dissous. Dans les rivières, cet effet pourrait être compensé en partie par la hausse de l'écoulement, ce qui diluerait davantage les concentrations chimiques, ou accentué par la baisse de l'écoulement, ce qui augmenterait les concentrations. Dans les lacs, l'évolution du mélange pourrait compenser ou accentuer les effets de la hausse des températures. [4.3.10]

Il est probable que l'ampleur et la fréquence des inondations augmenteront dans la plupart des régions et que les basses eaux diminueront dans de nombreuses régions. Le sens général des changements dans les débits extrêmes et dans la variabilité de l'écoulement concorde généralement entre les scénarios des changements climatiques; cependant, le degré de confiance quant à l'ampleur des changements dans un bassin donné est bas. L'augmentation générale de l'ampleur et de la fréquence des inondations est due à la hausse attendue de la fréquence des épisodes de fortes précipitations, même si l'effet d'une variation donnée des précipitations dépend des particularités du bassin versant. La diminution des basses eaux est la conséquence des changements dans les précipitations et l'évaporation. De façon générale, on prévoit un renforcement de l'évaporation, ce qui pourrait réduire les basses eaux même là où les précipitations augmentent ou changent peu. [4.3.8, 4.3.9]

Environ 1,7 milliard de personnes, soit un tiers de la population mondiale, vivent actuellement dans des pays qui souffrent de stress hydrique (c'est-à-dire qui utilisent plus de 20 pour cent de

leurs ressources en eau renouvelables, indicateur courant du stress hydrique). Ce chiffre passerait à 5 milliards d'ici 2025, selon le taux de croissance démographique. Les changements climatiques pourraient réduire encore l'écoulement et la recharge des nappes souterraines dans nombre de ces pays (Asie centrale, Afrique australe, pourtour méditerranéen) et les accroître dans d'autres.

La demande d'eau augmente globalement sous l'effet de la croissance démographique et du développement économique, mais elle diminue dans plusieurs pays. Les changements climatiques pourraient diminuer les ressources en eau dans certaines régions soumises à un stress hydrique, les augmenter dans d'autres. Il est peu probable que ces changements aient des effets majeurs sur la demande municipale et industrielle, mais ils pourraient affecter fortement les prélèvements pour l'irrigation. Dans les secteurs municipal et industriel, les facteurs non climatiques devraient continuer à influencer nettement sur la demande. Par contre, les prélèvements destinés à l'irrigation, davantage déterminés par le climat, pourraient augmenter ou diminuer dans une zone donnée selon l'évolution des précipitations : des températures plus élevées, et donc un taux d'évaporation plus grand, auraient tendance à augmenter la demande. [4.4.2, 4.4.3, 4.5.2]

L'incidence des changements climatiques sur les ressources en eau dépend des changements dans le volume, la période et la qualité de l'écoulement et de la recharge, mais également des caractéristiques du réseau, des pressions auxquelles il est soumis, de l'évolution de sa gestion et des mesures d'adaptation prises. Les changements non climatiques pourraient avoir dans ce domaine une plus forte incidence que les changements climatiques. Les réseaux évoluent constamment pour répondre aux besoins de la gestion. La majorité des pressions supplémentaires accroîtront la vulnérabilité face aux changements climatiques, mais bon nombre des changements apportés à la gestion la réduiront. Les réseaux non aménagés seront probablement extrêmement vulnérables puisqu'ils ne bénéficient, par définition, d'aucune structure de gestion susceptible d'amortir les effets de la variabilité hydrologique. [4.5.2]

Les changements climatiques mettent à l'épreuve les pratiques actuelles de gestion des ressources en eau par l'incertitude qui s'y rattache. Une gestion globale élargira le potentiel d'adaptation. Les bases anciennes de conception et d'exploitation de l'infrastructure ne sont plus valables car on ne peut supposer que le régime hydrologique futur sera identique à celui du passé. La grande difficulté est d'intégrer l'incertitude dans la gestion et dans la planification des ressources en eau. On recourt de plus en plus à la gestion globale afin de concilier des utilisations et des demandes différentes et changeantes, approche qui semble offrir plus de souplesse que la gestion classique des ressources en eau. Mieux prévoir l'écoulement des semaines ou des mois à l'avance améliorerait considérablement la gestion et la capacité de faire face à de nouvelles tendances dans la variabilité hydrologique. [4.6]

Toutefois, la capacité d'adaptation (plus précisément, l'aptitude à mettre en œuvre une gestion globale des ressources en eau) est répartie de façon très inégale dans le monde. Concrètement, il pourrait être difficile de modifier les pratiques de gestion dans un pays où, par exemple, les institutions responsables et les mécanismes du type commercial sont peu développés. Le défi consiste donc à trouver des

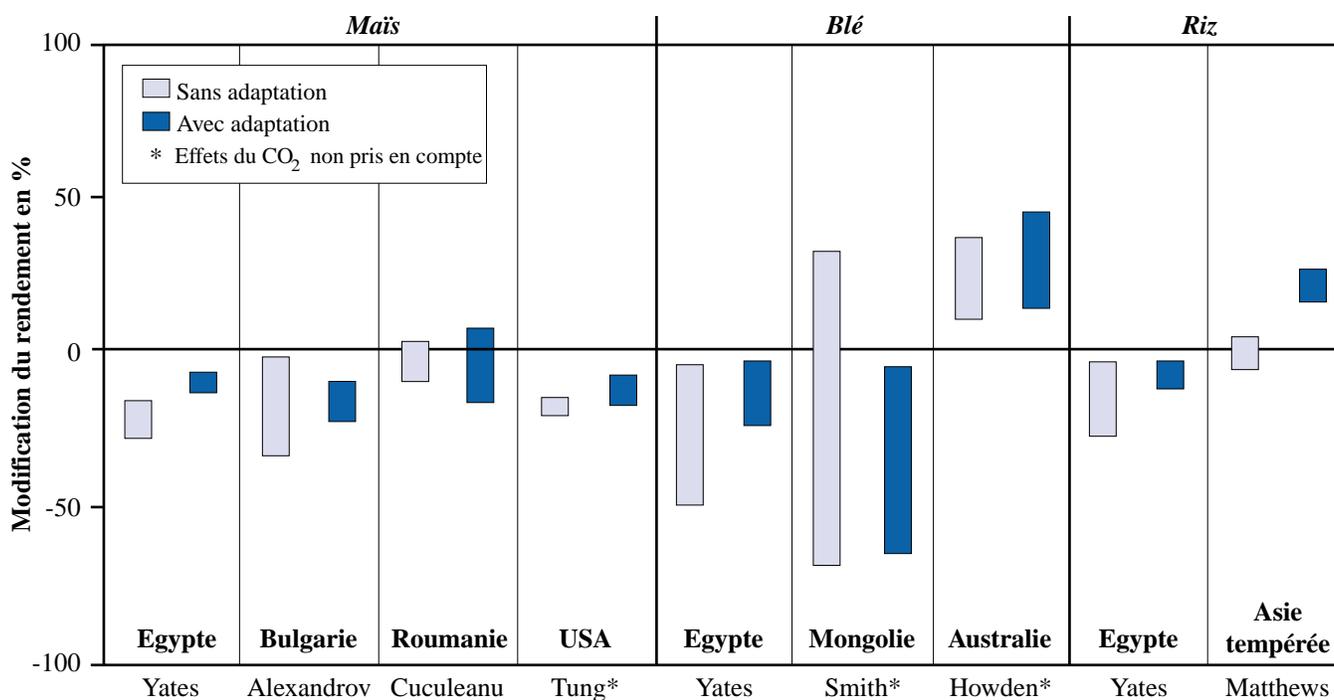


Figure TS 4 : Les échelles de pourcentage des modifications du rendement des cultures (exprimées dans le sens de la verticale et dans les barres verticales uniquement) couvrent les scénarios de changements climatiques choisis — avec et sans adaptation agronomique — d'études couplées énumérées dans le Tableau 5-4. Chaque paire d'échelle est différenciée par lieu géographique et par type de culture. Les paires de barres verticales représentent l'échelle de changement des pourcentages avec et sans adaptation. Les extrémités de chaque échelle représentent les valeurs de changement des pourcentages collectifs élevés et faibles dérivés de tous les scénarios climatiques utilisés dans l'étude. La longueur horizontale des barres n'est pas importante. Sur l'axe «x», le nom de famille de l'auteur principal apparaît dans le Tableau 5-4. Des informations sur toutes les sources se trouvent dans la liste de référence du Chapitre 5.

façons d'introduire la gestion intégrée dans des contextes institutionnels particuliers, démarche nécessaire même en l'absence des changements climatiques afin d'améliorer la gestion de l'eau. [4.6.4]

4.2 Agriculture et sécurité alimentaire

La réaction des cultures aux changements climatiques varie beaucoup selon les espèces, les cultivars, les conditions du sol, la gestion des effets directs du CO₂ et d'autres facteurs locaux. Il est établi, avec un degré de confiance moyen, qu'un réchauffement de quelques degrés Celsius («a few») entraînera une hausse générale du rendement dans les zones tempérées, avec quelques variations régionales (tableau 5-4). Advenant une élévation plus forte des températures, la réaction devient globalement négative. L'adaptation agronomique autonome limite la baisse de rendement dans les zones tempérées et accentue en général les gains (figure TS 4). Pour ce qui est des zones tropicales, où les températures sont proches des valeurs maximales tolérées par certaines cultures et où domine l'agriculture non irriguée, le rendement diminuerait de façon globale, même avec une hausse minime des températures; il serait encore plus durement affecté dans les régions confrontées à une nette baisse des précipitations (*degré de confiance moyen*). Il est établi avec un degré de confiance moyen que le rendement des cultures tropicales tend à être moins touché par les changements climatiques quand survient une adaptation

agronomique autonome, mais il reste généralement inférieur aux niveaux de référence. Les événements extrêmes auront également une incidence. Les températures minimales plus élevées profiteront à certaines cultures, surtout dans les régions tempérées, et nuiront à d'autres, surtout aux basses latitudes (*degré élevé de confiance*). Les températures maximales plus élevées nuiront généralement à de nombreuses cultures (*degré élevé de confiance*). [5.3.3]

Depuis le SAR, les progrès de la recherche sur les effets directs du CO₂ suggèrent que les effets bénéfiques pourraient être plus importants dans certaines conditions de stress (*températures plus élevées, sécheresse, etc.*). Ces effets sont bien établis pour certaines cultures dans des conditions expérimentales mais encore imprécis dans les conditions suboptimales des exploitations. La recherche sur l'adaptation des cultures aux changements climatiques a bien progressé. Des mesures d'adaptation agronomique peu coûteuses, à l'échelle des exploitations, telles que la modification des dates de plantation ou des choix de cultivars, ont été simulées de nombreuses fois dans les modèles de culture. Des mesures d'adaptation dirigée plus coûteuses, comme un changement d'affectation des terres ou le développement et l'utilisation d'infrastructure d'irrigation, ont été examinées dans un nombre limité mais croissant de modèles liés économie-culture, de modèles d'évaluation globale et de modèles économétriques.

La dégradation des sols et des ressources en eau est l'un des grands problèmes que devra surmonter l'agriculture mondiale. On a établi avec un degré élevé de confiance que cette dégradation s'intensifiera en raison des changements attendus dans les températures et les précipitations. On a constaté que l'utilisation et la gestion des terres ont une incidence plus forte sur l'état des sols que les effets indirects des changements climatiques. Par conséquent, l'adaptation a le potentiel d'atténuer de façon significative ces effets. Il est indispensable d'évaluer si la détérioration des ressources augmentera sensiblement les risques auxquels font face les populations agricoles et rurales vulnérables. [5.3.2, 5.3.4, 5.3.6].

La plupart des études mondiales et régionales prévoient une baisse des prix réels des produits agricoles en l'absence de changements climatiques. La confiance dans ces projections diminue avec le temps. *On estime que l'incidence des changements climatiques sur l'agriculture se traduira par une légère variation du revenu mondial, soit une augmentation dans les régions plus développées et une hausse moindre ou une baisse dans le monde en développement (degré de confiance faible à moyen).* La capacité d'atténuer ces effets par l'adaptation (agronomique et économique) variera d'une région à l'autre et dépendra énormément des ressources disponibles, notamment de la présence d'institutions stables et efficaces. [5.3.1, 5.3.5]

Selon la plupart des études, une hausse de la température annuelle moyenne de 2,5 °C ou plus ferait augmenter le prix des aliments (degré de confiance faible) à cause du ralentissement de l'expansion de la capacité agricole mondiale par rapport à la croissance de la demande mondiale. Pour un réchauffement moindre, les modèles d'évaluation de l'incidence mondiale ne peuvent distinguer les changements climatiques d'autres sources de changement. Certaines études mondiales récentes ont évalué l'impact économique sur les populations vulnérables, par exemple les petits exploitants et les consommateurs urbains défavorisés. Elles indiquent que les changements climatiques abaisseront les revenus des populations vulnérables et augmenteront, en valeur absolue, le nombre de personnes menacées par la famine (*degré de confiance faible*). [5.3.5, 5.3.6]

En l'absence d'adaptation autonome, l'augmentation du nombre d'événements extrêmes devrait accroître la mortalité du bétail liée au stress thermique, même si des hivers plus chauds pourraient réduire la mortalité néonatale aux latitudes tempérées (établi mais incomplet). Les stratégies mises en œuvre pour favoriser l'adaptation du bétail au stress physiologique dû au réchauffement sont efficaces, mais les recherches en la matière souffrent d'un manque d'expérimentation et de simulation. [5.3.3]

S'agissant des estimations numériques précises de l'incidence des changements climatiques sur la production, les revenus et les prix, obtenues au moyen de modèles larges et globaux d'évaluation, le degré de confiance est faible en raison de plusieurs incertitudes persistantes. Les modèles sont très sensibles à certains paramètres qui ont fait l'objet d'analyses, mais il n'a pas été fait état d'une sensibilité à un grand nombre d'autres paramètres. Il reste aussi les incertitudes suivantes : ampleur et persistance des effets de l'élévation de la concentration atmosphérique de CO₂ sur le rendement

des cultures dans des conditions d'exploitation réalistes, évolution des pertes de cultures et de bétail imputables aux parasites, variabilité spatiale de la réaction des cultures aux changements climatiques, et effets de l'évolution de la variabilité climatique et des événements extrêmes sur les cultures et le bétail. [Encadré 5-3]

4.3 Ecosystèmes terrestres et d'eau douce

Les écosystèmes sont soumis à de multiples pressions, dont les changements d'affectation des terres, le dépôt de substances nutritives et de polluants, les prélèvements, le pâturage, l'introduction d'espèces exotiques et la variabilité naturelle du climat. Les changements climatiques introduisent une pression supplémentaire susceptible de modifier ou de menacer ces systèmes. Leur incidence sera influencée par l'adaptation de la gestion des terres et de l'eau et par les interactions avec d'autres tensions. La capacité d'adaptation est plus grande quand les terres et les ressources en eau sont gérées de manière intensive et produisent des biens marchands (par exemple, le bois dans les plantations) que lorsque les terres sont gérées moins intensivement ou lorsqu'aucune valeur marchande n'est liée aux terres et aux ressources en eau. [5.1, 5.2]

Les populations de nombreuses espèces sont déjà menacées et devraient être exposées à des risques accrus du fait de la synergie entre le stress causé par les changements climatiques, qui rend inadaptés certains habitats actuels, et les changements d'affectation des terres, qui morcellent les habitats. En l'absence d'adaptation, des espèces que l'on juge aujourd'hui «extrêmement menacées» disparaîtront et la majorité de celles qui sont «menacées ou vulnérables» deviendront plus rares au XXI^e siècle (*degré élevé de confiance*). L'incidence pourrait être marquée sur les sociétés les plus pauvres qui tirent leur subsistance de la nature. De plus, la disparition ou la diminution des espèces aurait des répercussions sur le rôle que jouent celles-ci dans les écosystèmes (pollinisation, effet antiparasitaire naturel, etc.), dans les loisirs (chasse sportive, observation de la faune) et dans les pratiques culturelles et religieuses des populations autochtones (*degré élevé de confiance*). L'aménagement de réserves classiques ou intégrales et de parcs comportant des corridors pour la migration, ainsi que l'élevage en captivité et le transfert, font partie des mesures d'adaptation possibles destinées à réduire les risques. Toutefois, ces solutions pourraient être limitées par leur coût. [5.4]

De nombreuses études d'observation et d'expérimentation ont montré qu'il existe des liens entre les changements dans le climat régional et dans les processus biologiques ou physiques au sein des écosystèmes. Cela comprend l'allongement de la période de croissance des végétaux de 1,2 à 3,6 jours par décennie aux hautes latitudes de l'hémisphère Nord (ce qui modifie la composition des communautés), le réchauffement des lacs et des rivières causé par le raccourcissement de la durée de la couverture glaciaire, la migration de végétaux alpins vers les sommets, l'augmentation de la mortalité et le rétrécissement de l'aire de répartition des espèces dus au stress thermique. Mentionnons aussi la taille des populations, les dimensions corporelles des spécimens et les périodes de

migration (voir TS 2.1 et 7.1, figure TS 11 et tableau TS 16 pour plus d'informations). [5.2.1]

Les modèles de répartition de la végétation depuis le SAR indiquent qu'un déplacement important des écosystèmes ou des biomes est fort improbable étant donné la tolérance variable des espèces concernées aux conditions climatiques, les écarts dans la capacité migratoire et les effets des espèces envahissantes. La composition et la dominance des espèces se modifieront, produisant des types d'écosystèmes qui pourraient être très différents de ceux que nous connaissons aujourd'hui. Ces modifications surviendront des années, voire des décennies ou des siècles, après l'évolution du climat (degré élevé de confiance). On n'a pas pris en considération dans ces études les conséquences sur la végétation des variations dans les perturbations que sont les incendies, les vents violents ou les infestations parasitaires. [5.2]

Les modélisations récentes indiquent encore une possibilité de perturbation majeure des écosystèmes en réaction aux changements climatiques (degré élevé de confiance). Les modèles corrélatifs simples qui ont été améliorés depuis le SAR montrent un risque élevé de perturbation et de migration des écosystèmes à certains endroits. Les données d'observation et les nouveaux modèles dynamiques de la végétation liés aux modèles climatiques d'état transitoire permettent d'affiner ces projections. Cependant, les résultats précis dépendent de processus trop subtils pour être pleinement saisis par les modèles actuels. [5.2]

La hausse des concentrations de CO₂ augmentera la productivité primaire nette (croissance des végétaux, dépôt de litière et mortalité) dans la plupart des systèmes, tandis que l'élévation des températures pourrait avoir une incidence bénéfique ou néfaste (degré élevé de confiance). Les expériences menées sur trois espèces cultivées sous une teneur élevée en CO₂ pendant plusieurs années ont montré une stimulation persistante et soutenue de la photosynthèse et peu de signes de perte de sensibilité au CO₂ à long terme. Toutefois, les changements dans la productivité nette des écosystèmes (qui comprend la croissance des végétaux, le dépôt de litière, la mortalité, la décomposition de litière et la dynamique du carbone dans les sols) et dans la productivité nette des biomes (qui englobe ces effets plus ceux des incendies et d'autres perturbations) ont moins de chances d'être bénéfiques et pourraient être globalement néfastes. Les recherches effectuées depuis le SAR confirment que les effets les plus précoces et les plus importants induits par les changements climatiques devraient apparaître dans les forêts boréales, en raison de la modification des régimes de perturbations météorologiques et du cycle des nutriments. [5.6.1.1, 5.6.3.1]

Les écosystèmes terrestres emmagasinent de plus en plus de carbone. Au moment du SAR, on attribuait surtout ce phénomène à l'augmentation de la productivité végétale due à l'interaction des concentrations élevées de CO₂, de la hausse des températures et des changements dans l'humidité des sols. Des résultats récents confirment les gains de productivité mais donnent à penser qu'ils seraient moins grands dans la culture en champ que dans la culture expérimentale en pots (degré de confiance moyen). Ainsi, l'absorption pourrait être davantage causée par les changements d'affectation et de gestion des terres que par les effets directs des

fortes concentrations de CO₂ et du climat. On ne sait pas trop dans quelle mesure les écosystèmes terrestres continueront à être des puits nets de carbone, vu les interactions complexes entre les facteurs susmentionnés (par exemple, les écosystèmes terrestres arctiques et les terres humides peuvent faire office de sources et de puits) (degré de confiance moyen).

La productivité devrait baisser dans les zones arides ou semi-arides (parcours, forêts/régions boisées sèches) où les changements climatiques diminueront probablement l'humidité disponible dans les sols. Les concentrations élevées de CO₂ pourraient compenser certaines pertes. Toutefois, une bonne partie de ces zones sont touchées par le phénomène El Niño/La Niña, par d'autres événements climatiques extrêmes et par des perturbations telles que les incendies. Les changements de fréquence de ces phénomènes et perturbations pourraient entraîner une baisse de productivité et, donc, une dégradation des terres, une perte du carbone emmagasiné ou une diminution du taux d'absorption du carbone (degré de confiance moyen). [5.5]

Certaines terres humides seront remplacées par des forêts ou des landes; celles qui reposent sur le pergélisol seront probablement perturbées par la fonte de ce dernier (degré élevé de confiance). L'effet initial net du réchauffement sur les stocks de carbone dans les écosystèmes des hautes latitudes sera probablement négatif parce que la décomposition peut, au début, réagir plus rapidement que la production. Dans ces systèmes, les changements d'albédo et d'absorption énergétique en hiver produiront sans doute une rétroaction positive au réchauffement régional, étant donné la fonte précoce de la neige et, sur des décennies ou des siècles, le déplacement de la limite des arbres vers le pôle. [5.8, 5.9]

La plupart des processus des terres humides dépendent de l'hydrologie du bassin versant; les adaptations aux changements climatiques attendus pourraient donc être à peu près impossibles. Les groupements de tourbières ombrotrophes arctiques et subarctiques situées sur le pergélisol, ainsi que les zones humides dépressionnaires plus au sud dotées de petits bassins versants, seront probablement extrêmement vulnérables aux changements climatiques. Le rythme accéléré de conversion et d'assèchement des tourbières en Asie du Sud-Est devrait accroître les risques d'incendie et réduire la viabilité des terres humides tropicales. [5.8]

Les possibilités d'adaptation des écosystèmes des hautes latitudes et des écosystèmes alpins sont limitées parce que ces derniers réagiront vivement aux changements climatiques attendus dans le monde. Une gestion soigneuse des ressources de la nature pourrait minimiser les effets sur les populations autochtones. De nombreuses régions des latitudes polaires sont fortement tributaires d'une ou de quelques ressources telles que le bois, le pétrole, les caribous ou les revenus de la lutte contre les incendies. La diversification économique atténuerait l'incidence des profonds changements dans la disponibilité ou la valeur de certains biens et services. Étant donné les niveaux élevés d'endémisme de nombreuses espèces végétales alpines et leur incapacité à migrer vers les sommets, ces espèces sont très vulnérables. [5.9]

Contrairement au SAR, les études du marché mondial du bois qui incluent les mesures d'adaptation par la gestion des terres et des produits indiquent que les changements climatiques augmenteraient l'offre mondiale de bois (degré de confiance moyen). A l'échelle régionale et mondiale, l'ampleur et la nature de l'adaptation dépendront d'abord du prix des produits ligneux et non ligneux, de la valeur relative des produits de substitution, du coût de la gestion et de la technologie. A certains endroits, les changements dans la croissance et la productivité des forêts pèseront sur le choix des stratégies d'adaptation, qu'ils pourraient limiter (degré élevé de confiance). Sur les marchés, les prix orienteront l'adaptation par la gestion des terres et des produits. Dans les forêts exploitées, l'adaptation comprendra la récupération du bois mort ou déperissant, la plantation d'espèces mieux adaptées au nouveau climat ou d'espèces génétiquement modifiées, et l'intensification ou la diminution de la gestion. Les consommateurs bénéficieront de la baisse du prix du bois; les producteurs pourront y gagner ou y perdre, selon l'évolution régionale de la productivité et les effets possibles du déperissement. [5.6]

Les changements climatiques entraîneront un déplacement vers le pôle des limites sud et nord de l'aire de répartition des poissons, la perte d'habitats pour les espèces qui vivent dans les eaux froides ou fraîches et l'extension des habitats pour les espèces d'eaux chaudes (degré élevé de confiance). En tant que classe d'écosystème, les eaux intérieures sont vulnérables aux changements climatiques et à d'autres pressions à cause de leur petite taille et de leur position aval par rapport à de nombreuses activités humaines (degré élevé de confiance). Les changements les plus probables comprennent la réduction et la disparition des glaces de lac et de rivière (degré très élevé de confiance), la perte d'habitats pour les poissons d'eaux froides (degré très élevé de confiance), l'augmentation du nombre d'espèces éteintes et des invasions par des espèces exotiques (degré élevé de confiance), l'aggravation possible des problèmes de pollution actuels comme l'eutrophisation, la toxicité, les pluies acides et le rayonnement UV-B (degré moyen de confiance). [5.7]

4.4 Zones côtières et écosystèmes marins

Les changements climatiques mondiaux se traduiront par une hausse du niveau et de la température de surface de la mer, par un rétrécissement de l'étendue des glaces de mer et par des modifications dans la salinité, le régime des vagues et la circulation océanique. Certains de ces phénomènes se produisent déjà. Les modifications touchant les océans devraient avoir des effets de rétroaction importants sur le climat mondial et sur le climat de la zone côtière immédiate (voir TAR GTI). Ils auraient aussi des répercussions profondes sur la production biologique, y compris la production piscicole. Par exemple, les changements dans la circulation mondiale et dans le mélange vertical des eaux affecteront la répartition des éléments biogéniques et l'efficacité de l'absorption du CO₂ par l'océan; la production piscicole côtière et les climats côtiers seront largement modifiés par la variation des taux de remontée des eaux. [6.3]

Si les épisodes chauds liés à El Niño étaient plus fréquents, l'abondance de la biomasse des planctons et des larves de poisson diminuerait, ce qui nuirait aux poissons, aux mammifères marins,

aux oiseaux de mer et à la diversité biologique des océans (degré élevé de confiance). Outre la variabilité du phénomène El Niño/Oscillation australe (ENSO), la persistance des régimes pluriannuels climat-océan et les passages d'un régime à l'autre sont reconnus depuis le SAR. Les modifications dans les modes de repeuplement des populations piscicoles ont été associées à ces transformations. On voit de plus en plus dans la fluctuation de l'abondance des poissons une réaction biologique aux variations climatiques à moyen terme, qui s'ajoute à la surpêche et à d'autres facteurs anthropiques. De même, la survie des mammifères et des oiseaux marins est menacée par la variabilité interannuelle et à plus long terme de plusieurs processus et propriétés océanographiques et atmosphériques, surtout aux hautes latitudes. [6.3.4]

La reconnaissance croissante du rôle du système climat-océan dans la gestion des stocks de poissons conduit à formuler de nouvelles stratégies d'adaptation basées sur la détermination des pourcentages acceptables d'élimination et la résilience des stocks. Une autre conséquence de la reconnaissance des effets du climat sur la répartition des populations suggère que la durabilité de la pêche dans de nombreuses nations exigera la prise de mesures d'adaptation qui augmenteront la souplesse des accords bilatéraux et multilatéraux, alliée à une évaluation des stocks et à des plans de gestion internationaux. La durabilité de la pêche dépendra également de la compréhension des synergies qui existent entre les effets liés au climat et des facteurs tels que les prélèvements et l'état des habitats. [6.3.4, 6.6.4]

L'adaptation par le développement de l'aquaculture marine pourrait en partie compenser les baisses éventuelles de prises de poissons dans l'océan. La production de l'aquaculture marine a plus que doublé depuis 1990; elle représentait en 1997 environ 30 pour cent de la production commerciale totale de poissons et de crustacés destinés à la consommation humaine. Toutefois, la productivité future pourrait être limitée par les stocks de harengs, d'anchois et d'autres espèces dont la chair et l'huile servent à nourrir les espèces d'élevage, stocks qui pourraient subir l'influence néfaste des changements climatiques. La baisse des niveaux d'oxygène dissous liée à l'élévation des températures de l'eau de mer et à l'enrichissement des matières organiques crée des conditions favorables à la propagation des maladies dans les zones de pêche et d'aquaculture, ainsi qu'à la prolifération d'algues en bordure des côtes. La pollution et la destruction des habitats qui accompagnent parfois l'aquaculture risquent aussi de restreindre l'expansion de cette activité et de menacer les stocks naturels. [6.3.5]

De nombreuses zones côtières sont déjà confrontées à des niveaux élevés d'inondation, à l'accélération de l'érosion des côtes et à l'intrusion d'eau de mer dans les sources d'eau douce, processus qui seront accentués par les changements climatiques et par l'élévation du niveau de la mer. Ce dernier phénomène, en particulier, a contribué à l'érosion des barrages et des plages de sable et de gravier, à la disparition de dunes et de terres humides et aux problèmes d'évacuation des eaux dans de nombreuses zones côtières basses aux latitudes moyennes. Les écosystèmes très variés et productifs en bordure de mer, les établissements côtiers et les Etats insulaires continueront à subir des pressions dont les effets devraient être essentiellement néfastes, voire désastreux dans certains cas. [6.4]

Aux basses latitudes, le littoral tropical et subtropical est extrêmement sensible aux effets des changements climatiques, surtout dans les zones de forte pression démographique. Ces effets aggraveront de nombreux problèmes. Par exemple, les activités humaines ont accentué l'affaissement du sol dans beaucoup de régions deltaïques en augmentant les prélèvements d'eau souterraine, en asséchant les terres humides et en réduisant ou éliminant la charge solide des cours d'eau. Les problèmes d'inondation, de salinisation des nappes d'eau potable et d'érosion côtière seront renforcés par l'élévation mondiale du niveau de la mer ajoutée à la submersion locale. Les zones les plus menacées sont les grands deltas de l'Asie et les petites îles dont la vulnérabilité, établie il y a plus 10 ans, continue de croître. [6.4.3, 6.5.3]

Aux hautes latitudes (polaires), le littoral est lui aussi sensible aux effets du réchauffement climatique, qui ont été moins étudiés. L'élévation accélérée du niveau de la mer, l'augmentation de la force des vagues, le rétrécissement de l'étendue des glaces de mer et la hausse de la température des terres qui favorise la fonte du pergélisol et de la glace de sol (avec les pertes résultantes de volume du relief côtier) auront des conséquences graves sur les établissements et sur l'infrastructure et provoqueront un recul rapide du littoral, sauf dans le cas des côtes escarpées ou rocheuses. [6.4.6]

Les écosystèmes côtiers, par exemple les récifs et atolls coralliens, les marais salés et les mangroves, ainsi que la végétation aquatique submergée subiront les effets de l'élévation du niveau de la mer, de la hausse de la température de la mer en surface et de tout changement dans la fréquence et l'intensité des tempêtes. L'incidence de l'élévation du niveau de la mer sur les mangroves et les marais salés dépendra de la vitesse de montée des eaux par rapport à l'accrétion verticale et de l'espace libre pour une migration horizontale, lequel risque d'être limité par les aménagements humains sur les côtes. Les récifs coralliens sains devraient être en mesure de supporter l'élévation du niveau de la mer, mais pas forcément les récifs détériorés par le blanchissement des coraux, le rayonnement UV-B, la pollution et d'autres tensions. Les épisodes de blanchissement corallien survenus depuis 20 ans ont été associés à diverses causes, dont la hausse des températures de l'océan. Le réchauffement futur de la surface de la mer augmenterait le stress subi par les récifs coralliens et accroîtrait la fréquence des maladies marines (*degré élevé de confiance*). Les changements dans la chimie de l'océan produits par la hausse des concentrations de CO₂ pourraient avoir une incidence néfaste sur le développement et sur la santé des récifs coralliens, ce qui nuirait à la pêche côtière et à l'exploitation commerciale et sociale des récifs. [6.4.4, 6.4.5]

Peu d'études ont examiné les variations que pourraient causer les changements climatiques dans la hauteur et l'orientation des vagues dominantes, ainsi que dans les ondes et les vagues de tempête. On peut s'attendre à de graves effets sur les côtes naturelles et aménagées car ces modifications viendront s'ajouter à un niveau de la mer plus élevé qu'aujourd'hui.

La vulnérabilité d'une variété de zones côtières a été analysée, en utilisant au départ une méthodologie commune élaborée au début des années 90. Ces études, et celles qui ont suivi, ont confirmé la

variabilité spatiale et temporelle de la vulnérabilité côtière au sein des nations et des régions. Trois stratégies d'adaptation ont été définies : protéger, composer, se retirer. Depuis le SAR, les stratégies ont changé d'orientation, passant de la construction de structures de protection en dur (ouvrages longitudinaux, épis, etc.) à des mesures de protection plus douces (entretien des plages), au retrait planifié et à l'augmentation de la résilience des systèmes biophysiques et socio-économiques, notamment par le recours à l'assurance contre les inondations en vue de répartir les risques financiers. [6.6.1, 6.6.2]

Il serait possible d'améliorer la gestion et le développement durable par des évaluations globales des zones côtières et des écosystèmes marins ainsi que par une meilleure compréhension de leur interaction avec les aménagements humains et la variabilité climatique pluriannuelle. Les options d'adaptation en matière de gestion marine et côtière sont plus efficaces lorsqu'elles sont intégrées dans les politiques visant d'autres domaines, par exemple les stratégies d'atténuation des effets des catastrophes et les plans d'utilisation des terres.

4.5 Etablissements humains, énergie et industrie

Les établissements humains intègrent de nombreux effets ressentis initialement dans d'autres secteurs et diffèrent les uns des autres par leur emplacement géographique, leur taille, le contexte économique et les capacités politiques ou institutionnelles. En conséquence, toute affirmation générale sur l'importance du climat ou des changements climatiques devrait être assortie d'une foule d'exceptions. On peut toutefois expliquer certains écarts dans les effets attendus en classant les établissements humains selon les voies par lesquelles le climat pourrait les toucher, selon leur taille ou d'autres paramètres physiques évidents, et selon leur adaptabilité (richesse, éducation de la population, capacité technologique ou institutionnelle). [7.2]

Les établissements humains sont touchés par le climat de trois manières :

- 1) Les secteurs économiques qui soutiennent l'établissement humain peuvent être ébranlés par les changements dans la capacité de production (agriculture, pêche, etc.) ou dans la demande de biens et de services locaux (y compris la demande des personnes qui vivent à proximité et du tourisme). L'importance de l'incidence est différente s'il s'agit d'un établissement rural, qui dépend généralement d'une ou de deux industries du secteur primaire) ou d'un établissement urbain, qui renferme en principe, mais pas toujours, un ensemble plus large de ressources de remplacement. Cela dépend aussi de la capacité d'adaptation de l'établissement humain. [7.1]
- 2) Certains éléments de l'infrastructure physique (dont les réseaux de transport et de distribution de l'énergie), les immeubles, les services urbains (y compris les réseaux de transport) et certains secteurs précis (agro-industrie, tourisme et construction) peuvent être touchés directement. Par exemple : les immeubles et l'infrastructure des deltas risquent d'être frappés par des inondations côtières ou fluviales, la demande d'énergie dans les

villes peut croître ou baisser en raison de la perturbation du rapport chauffage-climatisation, le tourisme dans les zones côtières et à la montagne peut subir les effets des changements dans la configuration des précipitations et des températures saisonnières et dans le niveau de la mer. La concentration de la population et de l'infrastructure en milieu urbain augmente le nombre de personnes et la valeur des biens menacés, même si on réalise d'importantes économies d'échelle et de proximité en assurant une bonne gestion des équipements et des services. Il est possible de réduire considérablement les risques quand ces facteurs sont conjugués à d'autres mesures préventives. Toutefois, certains grands centres urbains en Afrique, en Asie, en Amérique latine et dans les Caraïbes, ainsi que des établissements plus modestes (y compris les villages et les petites villes), ont souvent moins de moyens, de pouvoir politique et de capacités institutionnelles pour réduire les risques de cette façon. [7.1]

- 3) La population peut être directement affectée par des conditions météorologiques extrêmes, par l'évolution des conditions sanitaires ou par les migrations. Les épisodes de temps violent risquent d'avoir une incidence sur la mortalité, les blessures et les maladies. Par exemple, l'état de santé de la population peut s'améliorer en raison d'une baisse du stress causé par le froid ou se détériorer à cause d'une hausse du stress et des maladies liés à la chaleur. Les migrations provoquées par les changements climatiques modifieraient sans doute la taille et les caractéristiques des populations, ce qui aurait un impact sur la demande de services urbains. Les problèmes sont quelque peu différents dans les grandes agglomérations (plus d'un million d'habitants) et dans les centres régionaux de moyenne ou petite taille. Les premiers seront probablement la destination choisie par les migrants provenant des zones rurales, d'établissements plus petits et des zones transfrontières, mais les grands centres contrôlent généralement beaucoup plus les ressources nationales. Les petites villes risquent donc d'être plus vulnérables. Dans les pays en développement, les établissements non planifiés autour des villes grandes et moyennes demeurent préoccupants car ils présentent déjà plusieurs risques sanitaires et environnementaux qui pourraient être accentués par le réchauffement mondial et ont difficilement accès aux ressources. [7.1]

Le tableau TS 3 classe plusieurs types de changements environnementaux imputables au climat et examinés dans les publications sur le climat et les établissements humains. Il renferme trois types d'établissements, correspondant aux trois voies principales d'incidence du climat. L'impact correspond au mécanisme de l'effet. Un établissement donné peut donc être touché de manière positive par les effets de l'évolution du climat sur ses ressources (par exemple, augmentation de la production agricole) et de façon négative par les effets sur son infrastructure (inondations plus fréquentes de ses réseaux de distribution d'eau, surcharge du réseau électrique, etc.). L'intensité des effets pourrait être relativement différente selon le type d'établissement (les villes de l'intérieur des terres ne ressentent pas directement les conséquences de l'élévation du niveau de la mer); les effets sont classés par leur importance. La plupart des textes publiés en la matière reposent sur des scénarios de doublement du CO₂ ou sur des études qui décrivent l'impact des événements climatiques

actuels (analogues), mais dans le contexte des scénarios d'état transitoire du GIEC. [7.1]

Les changements climatiques peuvent créer des conditions locales et régionales de déficit et de surplus d'eau, parfois de façon saisonnière dans la même zone géographique. *Les effets graves les plus courants sont les inondations, les glissements de terrain, les coulées de boue et les avalanches dus à l'intensification des pluies et à l'élévation du niveau de la mer.* De plus en plus d'auteurs suggèrent qu'une grande variété d'établissements, dans presque toutes les zones climatiques, pourraient être touchés (établi mais incomplet). Les établissements côtiers et fluviaux sont particulièrement menacés, mais l'inondation des villes pourrait créer des problèmes si les collecteurs d'eaux pluviales, les réseaux d'approvisionnement en eau et les systèmes de gestion des déchets n'ont pas une capacité suffisante ou une technologie assez élaborée (construction en dur classique, conception moderne). La deuxième menace par son importance vient des cyclones tropicaux (ouragans ou typhons) dont le pic d'intensité pourrait augmenter dans un milieu plus chaud. Les cyclones tropicaux combinent les effets des fortes précipitations, des vents forts et des ondes de tempête sur le littoral et peuvent avoir des répercussions loin dans les terres, mais ils ne sont pas aussi répandus que les inondations et les glissements de terrain. Des dizaines de millions de personnes vivent dans des établissements menacés. Ainsi, le nombre moyen de personnes qui pourraient être victimes d'une inondation lors des ondes de tempêtes côtières augmente fortement (de 75 à 200 millions de personnes, selon les mesures d'adaptation) avec les scénarios moyens d'élévation du niveau de la mer (40 cm d'ici 2080), par rapport aux scénarios sans élévation du niveau de la mer. On a estimé les dommages potentiels causés à l'infrastructure côtière par la montée des eaux à plusieurs dizaines de milliards de dollars pour des pays comme l'Égypte, la Pologne et le Viet Nam. Au milieu du tableau TS 3 figurent les effets des vagues de chaleur ou de froid qui peuvent perturber les ressources (par exemple l'agriculture), la santé et la demande d'énergie pour le chauffage et la climatisation. Les impacts sur l'environnement, tels que la détérioration de la qualité de l'air et de l'eau, apparaissent également. Les tempêtes de vent, les pénuries d'eau et les incendies devraient être modérément importants dans de nombreuses régions. A l'extrémité inférieure se trouvent les impacts tels que la fonte du pergélisol et les effets d'îlot thermique qui, même s'ils sont importants localement, ne devraient pas concerner une grande variété d'établissements ou sont moins sévères quand on tient compte de l'adaptation.[7.2, 7.3]

Le réchauffement mondial va sans doute augmenter la demande d'énergie pour la climatisation et la diminuer pour le chauffage. Le nombre plus important de vagues de chaleur accroît la demande en climatisation, le nombre moins important de vagues de froid réduit la demande en chauffage. L'effet net attendu sur la consommation annuelle d'énergie dépend du scénario et de l'emplacement. L'adaptation des établissements humains, des systèmes énergétiques et de l'industrie aux changements climatiques constitue (dans certains cas) un défi pour l'aménagement et l'exploitation des établissements lorsque les conditions météorologiques sont plus rudes et offre des occasions de tirer parti (dans d'autres cas)

Tableau TS 3 : Incidence des changements climatiques sur les établissements humains, par type d'incidence et par type d'établissement (mécanismes d'incidence).^{a,b}

Type d'impact	Type d'établissement, cote d'importance et référence											
	Dépendant des ressources (Effets sur les ressources)		Côtier-fluvial-montagneux (Effets sur les bâtiments et l'infrastructure)		Urban < 1 M (Effets sur la population)		Urban 1 M + (Effets sur la population)		Urban < 1 M (Effets sur la population)			
	Urban capacité élevée	Rural capacité faible	Urban capacité élevée	Rural capacité faible	Urban capacité élevée	Rural capacité faible	Urban capacité élevée	Rural capacité faible	Urban capacité élevée	Rural capacité faible		
Inondations, glissements terrain	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	M-E	M	M-E	M-E	****
Cyclone tropical	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	F	F-M	***
Qualité de l'eau	F-M	M	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	F-M	M-E	***
Élévation du niveau de la mer	F-M	M-E	F-M	M-E	M	M-E	M	M-E	F	F-M	F-M	**** (** si dépendant des ressources)
Vagues de chaleur/froid	F-M	M-E	F-M	M-E	F-M	F	F-M	M-E	F-M	F-M	M-E	*** (**** si urbain)
Pénurie d'eau	F	F-M	M	M-E	F	M-E	F	M	F	F-M	M	*** (** si urbain)
Incendies	F-M	F-M	F-M	M-E	F-M	F-M	F-M	F-M	F-M	F-M	M	*(*** si urbain)
Grêle, tempête de vent	F-M	F-M	F-M	M-E	F-M	M	F-M	F-M	F-M	F-M	F-M	**
Productivité agricole, forêts, pêche	F-M	F-M	F-M	M-E	F	F	F	F	F	F-M	M	***
Pollution de l'air	F-M	F	F	F	-	-	F-M	M-E	F-M	F-M	M-E	***
Fonte du pergélisol	F	F	F-M	F-M	F	F	-	-	F-M	F-M	F-M	****
Ilots thermiques	F	F	-	-	F	-	M	F-M	F-M	F-M	F-M	***

^a Les valeurs indiquées dans les cellules ont été attribuées par les auteurs sur la base de données directes présentées dans les publications ou de déductions à partir des incidences figurant dans d'autres cellules. Le type de caractère précise les sources : gras pour les données ou les études directes, italique pour les déductions directes à partir d'incidences similaires, et ordinaire pour une conclusion logique selon le type d'établissement, qui ne peut toutefois être corroborée directement d'une étude ou déduite d'autres impacts.

^b Cotes d'importance : Faible (F) = les incidences sont à peine perceptibles ou faciles à surmonter; Modérée (M) = les incidences sont évidentes mais ne créent pas de perturbation et peuvent nécessiter des dépenses importantes ou créer des difficultés d'adaptation; Elevé (E) = les incidences créent beaucoup de perturbations et risquent de ne pas être surmontées ou l'adaptation est tellement coûteuse qu'elle crée des perturbations (impacts généralement basés sur des scénarios de doublement du CO₂ ou sur des études qui décrivent l'impact des événements climatiques actuels, mais dans le contexte des scénarios d'état transitoire du GHEC pour la deuxième moitié du XXI^e siècle). Veuillez noter que «Urban 1 M +» et «Urban < 1 M» désignent respectivement une population supérieure et inférieure à un million.

^c Voir à la section 1.4 du Résumé technique l'explication des degrés de confiance.

de climats plus doux. On sait, par exemple, que les réseaux de transport d'électricité sont sensibles aux événements extrêmes tels que les cyclones tropicaux, les tornades et les tempêtes de verglas. La capacité locale de limiter les risques pour l'environnement ou leurs conséquences sanitaires dans tout établissement renvoie généralement à la capacité de s'adapter aux changements climatiques, sauf si l'adaptation exige des investissements particulièrement lourds dans l'infrastructure. Si le climat local est plus chaud, il faudra s'adapter à un nouvel environnement et non pas seulement à des températures plus élevées. Les spécialistes du milieu urbain conviennent que l'adaptation ne peut réussir sans un leadership local, compétent sur le plan technique et institutionnel, bénéficiant d'un appui politique et ayant facilement accès aux ressources nationales. [7.2, 7.3, 7.4, 7.5]

Les options possibles comprennent la planification des établissements et de leur infrastructure, le choix de l'emplacement des installations industrielles et la prise de décisions de même nature à long terme en vue de limiter les effets d'événements dont la probabilité est faible (mais en hausse) et les conséquences graves (et peut-être en augmentation). De nombreuses techniques classiques et modernes peuvent contribuer à une meilleure planification et gestion de l'environnement, notamment les mécanismes de lutte contre la pollution, de gestion de la demande et de réduction des déchets basés sur le marché, le zonage mixte, la planification des transports (avec des aménagements pour les piétons et les cyclistes), les études d'impact environnemental, les études de capacité, les plans stratégiques pour l'environnement, les procédures d'audit environnemental et les rapports sur l'état de l'environnement. De nombreuses villes ont combiné ces stratégies dans des programmes «Action 21 locale», qui abordent souvent une série de problèmes urbains susceptibles d'être en étroite interaction avec les changements climatiques futurs. [7.2, 7.5]

4.6 Assurances et autres services financiers

Le secteur des services financiers – défini de façon générale comme les institutions privées et publiques qui offrent des services en matière d'assurance, de secours en cas de catastrophe, d'opérations bancaires et de gestion des biens – est un excellent indicateur de l'incidence socio-économique potentielle des changements climatiques parce qu'il est sensible à ces derniers et intègre les effets subis par d'autres secteurs. C'est un élément fondamental de l'adaptation (par exemple, soutien aux normes de construction et, dans une moindre mesure, planification de l'utilisation des terres) qui permet aussi de répartir les risques et le coût des événements météorologiques entre différents secteurs et dans la société. Toutefois, qu'elles soient offertes par des organismes publics ou privés, les assurances peuvent favoriser un excès de confiance et une mauvaise adaptation en favorisant le développement urbain dans des zones à risque, par exemple dans les plaines inondables américaines ou dans les zones côtières. Les effets des changements climatiques sur ce secteur se manifesteront probablement surtout par une modification dans la répartition géographique, la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (tableau TS 4). [8.1, 8.2, 15.2.7]

Ces dernières décennies, le coût des phénomènes météorologiques extrêmes a rapidement augmenté. Dans le monde, les pertes économiques annuelles imputables à des événements importants sont passées de \$US 3,9 milliards dans les années 50 à \$US 40 milliards dans les années 90 (dollars de 1999, sans correction pour la parité du pouvoir d'achat). Un quart environ de ces pertes sont survenues dans les pays en développement. La partie assurée est passée d'un montant négligeable à 9,2 milliards par an pendant la même période. Le total des pertes double si l'on inclut les événements de toute taille (voir la figure TS 5). Le coût des phénomènes météorologiques a grimpé rapidement, malgré des efforts importants et croissants pour renforcer l'infrastructure et améliorer la prévention des catastrophes. Ces mesures freinent, dans une mesure inconnue, la hausse du coût des pertes, mais les publications qui essaient de distinguer les forces naturelles des forces humaines n'ont pas quantifié cet effet. Le rapport entre les primes d'assurance des biens et des personnes et les pertes liées aux conditions météorologiques, indicateur important de la capacité d'adaptation, a été divisé par trois entre 1985 et 1999, ce qui atteste la vulnérabilité croissante du secteur des assurances. [8.3]

La hausse des pertes imputables aux catastrophes naturelles est liée en partie à des facteurs socio-économiques, tels que la croissance démographique, l'augmentation des richesses et l'urbanisation dans des zones vulnérables, et en partie à des facteurs climatiques comme l'évolution observée des précipitations, des inondations et des sécheresses. L'imputation précise est difficile et il existe des écarts dans la part respective de ces deux causes selon la région et le type d'événement. De nombreuses tendances observées dans les pertes d'origine météorologique concordent avec les conséquences attendues des changements climatiques. D'ailleurs, le taux de croissance des pertes provoquées par les hommes ou indépendantes du temps a été bien moins rapide que celui des événements d'ordre météorologique. [8.2.2]

Les faits récents ont montré que les pertes associées aux conditions météorologiques peuvent exercer des pressions sur les compagnies d'assurance au point de réduire leur rentabilité, de majorer les tarifs, de supprimer certaines couvertures et de demander plus souvent une compensation et une aide de l'Etat. L'augmentation de l'incertitude aggravera la vulnérabilité du secteur des assurances et du secteur public et compliquera les mesures d'adaptation et de secours pour faire face aux changements climatiques [8.3, 15.2.7]

Le secteur des services financiers dans son ensemble devrait être en mesure de supporter l'incidence des changements climatiques à venir; même si les relevés passés montrent que des événements peu probables à fort impact ou des événements multiples rapprochés frappent durement certaines branches du secteur, surtout lorsque la capacité d'adaptation est déjà réduite par des facteurs non-climatiques (par exemple les conditions du marché qui réduisent les réserves pour sinistres en minant la valeur des titres et d'autres actifs financiers des assureurs). Les changements climatiques et les modifications attendues dans les conditions météorologiques que l'on pense liées à ceux-ci augmenteraient l'incertitude actuarielle de l'évaluation des risques et donc le fonctionnement du marché de l'assurance. Cela tendrait à hausser les

Tableau TS 4 : Phénomènes climatiques extrêmes et leurs effets sur le secteur des assurances : changements observés et changements attendus au XXI^e siècle (selon le tableau 3-10; voir aussi le tableau 8-1).

Changements dans les phénomènes climatiques extrêmes	Changements observés	Changements attendus	Événements intéressants le secteur des assurances	Echelle temporelle pertinente	Activités/ secteurs sensibles	Branches sensibles du secteur des assurances
	Vraisemblance					
Températures						
Températures maximales plus élevées, plus de journées chaudes et de vagues de chaleur ^b sur presque toutes les terres émergées	Probable ^a (tendances mixtes pour les vagues de chaleur dans plusieurs régions)	Très probable ^a	Vagues de chaleur	Maximum journalier-hebdomadaire	Fiabilité de l'approvisionnement en électricité, établissements humains	Santé, vie, biens, perte d'exploitation
			Vagues de chaleur, sécheresses	Maximum mensuel-saisonnier	Forêts (santé des arbres), ressources naturelles, agriculture, ressources en eau, demande et fiabilité de l'approvisionnement en électricité, industrie, santé, tourisme	Santé, cultures, perte d'exploitation
Températures minimales plus élevées, moins de journées froides, de jours de gel et de vagues de froid ^b sur presque toutes les terres émergées	Très probable ^a (vagues de froid non examinées par le GTI)	Très probable ^a	Gel, soulèvement dû au gel	Minimum journalier-mensuel	Agriculture, demande énergétique, santé, transports, établissements humains	Santé, cultures, biens, perte d'exploitation, véhicules
Pluies et précipitations						
Episodes de précipitations intenses plus fréquents	Probable ^a sur beaucoup de terres des latitudes moyennes à hautes de l'hémisphère Nord	Très probable ^a sur de nombreuses régions	Crues éclair	Maximum horaire-journalier	Etablissements humains	Biens, inondations, véhicules, perte d'exploitation, vie, santé
			Crues, inondations, coulées de boue	Maximum hebdomadaire-mensuel	Agriculture, forêts, transports, qualité de l'eau, établissements humains, tourisme	Biens, inondations, cultures, marine, perte d'exploitation
Assèchement estival plus accentué et risque de sécheresse	Probable ^a dans quelques régions	Probable ^a à l'intérieur de la plupart des continents aux latitudes moyennes (manque de cohérence dans les autres régions)	Sécheresses estivales, affaissement du sol, feux de friches	Minimum mensuel-saisonnier	Forêts (santé des arbres), ressources naturelles, agriculture, ressources en eau, approvisionnement en (hydro)électricité, établissements humains	Cultures, biens, santé
Tempêtes plus intenses aux latitudes moyennes ^c	Plus ou moins Probabilité moyenne ^a , hausse dans l'hémisphère Nord, baisse dans l'hémisphère Sud	Peu de concordance entre les modèles actuels	Tempêtes de neige et de verglas, avalanches	Horaire-hebdomadaire	Forêts, agriculture, distribution et fiabilité de l'approvisionnement en énergie, établissements humains, mortalité, tourisme	Biens, cultures, véhicules, aviation, vie, perte d'exploitation
			Tempêtes de grêle	Horaire	Agriculture, biens	Cultures, véhicules, biens, aviation

Tableau TS 4 (suite)

Changements dans les phénomènes climatiques extrêmes	Changements observés	Changements attendus	Événements intéressant le secteur des assurances	Echelle temporelle pertinente	Activités/ secteurs sensibles	Branches sensibles du secteur des assurances
	Vraisemblance					
Pluies et précipitations (suite)						
Sécheresses et inondations plus intenses associées aux épisodes El Niño dans de nombreuses régions différentes (voir aussi Episodes de précipitations intenses et Sécheresse)	Informations non concluantes	Probable ^a	Sécheresses et crues	Divers	Forêts (santé des arbres, ressources naturelles, agriculture, ressources en eau, approvisionnement en (hydroélectricité, établissements humains	Biens, inondation, véhicules, cultures, marine, perte d'exploitation, vie, santé
Vent						
Tempêtes plus intenses aux latitudes moyennes ^b	Pas de preuves concluantes de changement	Peu de concordance entre les modèles actuels	Tempêtes de vent aux latitudes moyennes	Horaire-journalier	Forêts, distribution et fiabilité de l'approvisionnement en électricité, établissements humains	Biens, véhicules, aviation, marine, perte d'exploitation, vie
			Tornades	Horaire	Forêts, distribution et fiabilité de l'approvisionnement en électricité, établissements humains	Biens, véhicules, aviation, marine, perte d'exploitation
Pointes de vent plus intenses et moyennes et pointes de précipitations plus intenses lors des cyclones tropicaux ^c	Pas de vent extrême observé dans les quelques analyses publiées; données insuffisantes sur les précipitations	Probable dans certaines régions	Tempêtes tropicales, y compris cyclones, ouragans et typhons	Horaire-hebdomadaire	Forêts, distribution et fiabilité de l'approvisionnement en électricité, établissements humains, agriculture	Biens, véhicules, aviation, marine, perte d'exploitation, vie
Autres phénomènes						
Voir les entrées ci-dessus concernant les températures plus élevées et les tempêtes plus intenses aux latitudes moyennes et tropicales	Voir les entrées correspondantes ci-dessus	Voir les entrées correspondantes ci-dessus	Foudre	Instantané	Distribution et fiabilité de l'approvisionnement en électricité, établissements humains, feux de friches	Vie, biens, véhicules, aviation, marine, perte d'exploitation
Voir les entrées ci-dessus concernant les cyclones tropicaux plus intenses, la mousson d'Asie en été et les tempêtes plus intenses aux latitudes moyennes	Voir les entrées correspondantes ci-dessus	Voir les entrées correspondantes ci-dessus	Ondes de marée (avec coups de vent dans les terres), inondations côtières	Journalier	Infrastructure côtière, agriculture, industrie, tourisme	Vie, marine, biens, cultures
Variabilité plus grande des précipitations estivales lors de la mousson d'Asie	Non examiné par le GTI	Probable ^a	Crues et sécheresses	Saisonnier	Agriculture, établissements humains	Cultures, biens, santé, vie

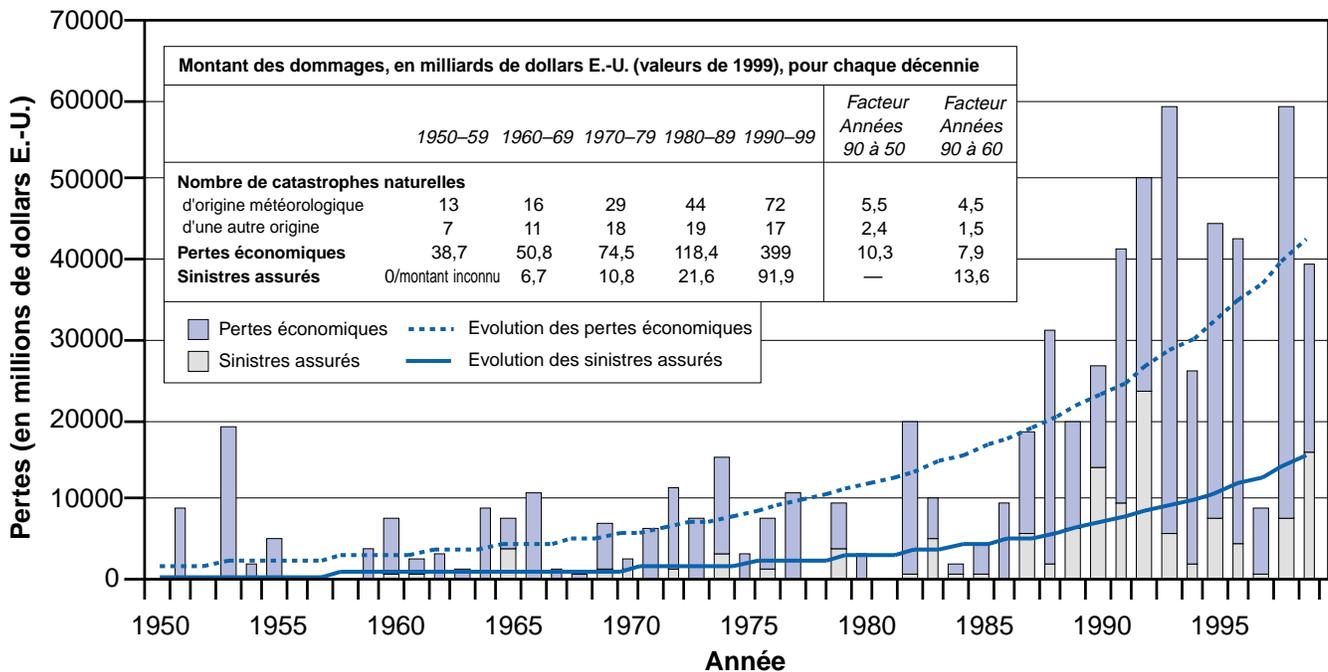


Figure TS 5 : Le coût des catastrophes d'origine météorologique est monté en flèche ces dernières décennies. Les pertes économiques annuelles causées par les catastrophes majeures ont été multipliées par 10,3 en l'espace de 40 ans, passant de 4 milliards de dollars E.-U. dans les années 50 à 40 milliards de dollars E.-U. dans les années 90 (en dollars de 1999). La part assurée de ces pertes, négligeable au départ, est passée dans le même temps à 9,2 milliards de dollars E.-U. annuels, tandis que le rapport entre les primes d'assurance et les pertes liées aux catastrophes a été divisé par trois. On notera que les coûts sont multipliés par deux si l'on prend aussi en compte les pertes découlant de conditions météorologiques ordinaires. Ces chiffres incluent généralement les sinistres subis par les personnes auto-assurées, à condition qu'elles soient officiellement déclarées comme telles.

primes et/ou pourrait conduire à juger certains risques inassurables et à mettre fin à leur couverture, ce qui, à son tour, accentuerait les pressions exercées sur les systèmes d'assurance et d'assistance des gouvernements, qui semblent déjà éprouvés dans de nombreuses régions et tentent de limiter leur exposition (en augmentant les franchises et/ou en plafonnant les réclamations payables).

L'augmentation de la taille des entreprises, la diversification, l'intégration des produits d'assurance à d'autres services financiers et l'amélioration des outils de répartition des risques contribuent en principe à la solidité financière. Toutefois, les segments d'assurance et de réassurance des biens et des personnes sont plus fragiles et certaines compagnies ont fait faillite à la suite de catastrophes d'origine météorologique. Dans certaines conditions et régions, le secteur bancaire en qualité de prêteur de fonds peut également être vulnérable face aux changements climatiques. Cependant, dans de nombreux cas, il transfère les risques aux assureurs qui achètent souvent les produits de leur dette. [8.3, 8.4, 15.2.7]

L'adaptation² aux changements climatiques présente des défis complexes mais aussi des opportunités pour le secteur des services financiers. La réglementation tarifaire, le régime fiscal des réserves et la possibilité ou l'impossibilité de se retirer des marchés risqués sont

des facteurs qui influent sur la résilience du secteur. La gestion des risques relatifs au climat varie d'une région et d'un pays à l'autre. Elle se présente généralement sous la forme de divers arrangements commerciaux et publics et de l'auto-assurance. Face aux changements climatiques, le rôle respectif de chacun pourrait changer. Certaines mesures de parade offrent des avantages favorables au développement durable et aux objectifs d'atténuation des effets (par exemple, les mesures énergétiques qui accroissent aussi la résistance des immeubles aux catastrophes naturelles, en plus d'aider le secteur à s'adapter aux changements climatiques). [8.3.4, 8.4.2]

On s'attend à ce que l'incidence des changements climatiques soit la plus forte dans les pays en développement (particulièrement ceux dans lesquels la production primaire est une importante source de revenu) en termes de mortalité, d'effets sur les investissements et de conséquences pour l'économie. Il est arrivé à une occasion que les dommages causés par une catastrophe naturelle représentent la moitié du produit intérieur brut (PIB). Ces événements font reculer le développement, particulièrement lorsque les fonds destinés à des projets de modernisation sont affectés aux opérations de remise en état. [8.5]

Des questions d'équité et de limitation du développement surgiraient si les risques liés au temps devenaient inassurables, si les tarifs augmentaient et si l'accès aux assurances et aux fonds se restreignait. Par conséquent, davantage d'incertitude ralentirait le développement. Au contraire, une plus grande présence ou un meilleur accès aux assurances et aux ressources de prévention et

² Le terme «atténuation» est souvent employé dans le secteur des assurances et des services financiers un peu comme l'est le terme «adaptation» dans le domaine de la recherche et des politiques visant le climat.

de rétablissement à la suite des catastrophes renforcerait la capacité des pays en développement de s'adapter aux changements climatiques. L'extension des régimes de microfinancement et des services bancaires serait un moyen efficace d'aider les pays en développement et les populations à s'adapter. [8.3]

L'évaluation du secteur a révélé certains progrès dans les connaissances et a confirmé et renforcé les conclusions du SAR. On a aussi cerné de nombreux domaines dans lesquels une meilleure compréhension est nécessaire, en particulier : meilleure analyse des pertes économiques afin de préciser les liens de cause à effet, estimation des ressources financières nécessaires pour couvrir les dommages et l'adaptation aux changements climatiques, évaluation d'autres moyens de produire de telles ressources, étude plus poussée de la vulnérabilité et de la résilience du secteur face à un éventail de scénarios d'événements extrêmes, et davantage de recherches sur la façon dont le secteur (privé et public) pourrait innover afin de répondre à l'augmentation potentielle de la demande de fonds pour l'adaptation, dans les pays développés ou en développement, de manière à répartir et à réduire les risques. [8.7]

4.7 Santé humaine

L'évolution mondiale du climat aura des effets divers sur la santé, certains bénéfiques mais la plupart néfastes. Les changements dans la fréquence des journées de chaleur ou de froid extrême, dans la fréquence des inondations et des sécheresses et dans le profil de la pollution locale de l'air et des aéroallergènes devraient avoir un impact direct sur la santé. D'autres conséquences découleraient de l'incidence des changements climatiques sur les systèmes écologiques et sociaux : cas de maladies infectieuses, production locale de nourriture et sous-alimentation, diverses conséquences des déplacements de population et des perturbations économiques.

Peu de recherches publiées démontrent que l'état de santé des populations a évolué en réaction aux tendances climatiques observées ces dernières décennies. Il est difficile de cerner de tels effets parce que la plupart des problèmes de santé ont une origine multifactorielle et parce que les contextes socio-économiques, démographiques et environnementaux varient beaucoup dans le temps.

Les études relatives à l'incidence de la variabilité interannuelle du climat sur la santé (particulièrement celle associée au cycle El Niño) ont fourni de nouvelles données sur la sensibilité de la santé humaine au climat, particulièrement dans le cas des maladies transmises par les moustiques. La combinaison des connaissances acquises par la recherche, de la compréhension théorique qui en résulte et des résultats fournis par les modèles de prévision permet de tirer plusieurs conclusions concernant les effets futurs des changements climatiques sur la santé humaine.

Si les vagues de chaleur augmentaient en fréquence et en intensité, les risques de mortalité et de maladie grave augmenteraient, surtout chez les personnes âgées et chez les pauvres en milieu urbain (degré élevé de confiance). Les effets seraient souvent exacerbés par une hausse de l'humidité et de la pollution de l'air dans les villes. Les augmentations les plus fortes du stress thermique sont attendues en

milieu urbain aux latitudes moyennes et hautes (tempérées), particulièrement dans les populations dont les logements ne sont pas adaptés et qui ont peu accès à la climatisation. La modélisation des effets des vagues de chaleur sur les populations urbaines, en intégrant l'acclimatation, suggère qu'un certain nombre de villes américaines enregistreront en moyenne plusieurs centaines de décès supplémentaires chaque été. Même si, dans les pays en développement, l'impact des changements climatiques sur la mortalité liée au stress thermique risque d'être important, peu de recherches ont été menées sur ces populations. Des étés plus chauds et moins de périodes froides réduiront la mortalité liée au froid dans nombre de pays tempérés (*degré élevé de confiance*). Des données limitées indiquent que, dans certains pays tempérés au moins, la baisse du nombre de décès en hiver excéderait la hausse en été (*degré de confiance moyen*). [9.4]

Toute augmentation dans la fréquence et l'intensité d'événements extrêmes tels que les tempêtes, les inondations, les sécheresses ou les cyclones auraient des effets néfastes sur la santé par différentes voies. Ces phénomènes naturels peuvent être directement responsables de décès et de blessures et nuire indirectement à la santé par la destruction de logements, le déplacement de population, la contamination de l'eau, la perte de récoltes (entraînant la faim et la malnutrition), l'augmentation des risques d'épidémie de maladies infectieuses (dont les maladies respiratoires et diarrhéiques) et les dommages à l'infrastructure sanitaire (*degré très élevé de confiance*). Si les cyclones augmentaient à l'échelle régionale, des effets désastreux se produiraient souvent, particulièrement dans les populations denses aux ressources insuffisantes. Ces dernières années, de grandes catastrophes liées au climat ont eu des effets majeurs sur la santé; ce fut le cas des inondations en Chine, au Bangladesh, en Europe, au Venezuela et au Mozambique, et de l'ouragan *Mitch* qui a dévasté l'Amérique centrale. [9.5]

Les changements climatiques diminueront la qualité de l'air dans les zones urbaines confrontées à des problèmes de pollution (degré de confiance moyen). L'élévation de la température (et, dans certains modèles, le rayonnement ultraviolet) favorise la formation d'ozone troposphérique, un polluant dont les effets néfastes sur la fonction respiratoire sont bien établis. Les répercussions des changements climatiques sur les autres polluants atmosphériques sont moins bien connus. [9.6]

La hausse des températures, les changements dans les précipitations et dans la variabilité du climat modifieraient les zones et le caractère saisonnier des maladies infectieuses à transmission vectorielle, les étendant dans certains cas et les réduisant dans d'autres cas. Ces maladies sont transmises par des organismes hématophages, tels les moustiques et les tiques, dont la survie dépend de l'interaction complexe du climat et d'autres facteurs écologiques. Aujourd'hui, 40 pour cent de la population mondiale vit dans des zones touchées par le paludisme. Dans les régions dont l'infrastructure de santé publique est réduite ou détériorée, la hausse des températures tendra à faire progresser la zone géographique de transmission du paludisme vers des altitudes plus élevées (*degré de confiance élevé à moyen*) et vers des latitudes plus hautes (*degré de confiance moyen à faible*). Le réchauffement, allié à des configurations favorables des pluies et des eaux superficielles, allongera la saison de transmission à certains endroits (*degré élevé de*

confiance). Les changements climatiques, y compris la modification de la variabilité du climat, auront un impact sur beaucoup d'autres infections à transmission vectorielle (par exemple la dengue, les leishmanioses, divers types d'encéphalites transmises par les moustiques, la maladie de Lyme et l'encéphalite à tiques), en bordure de leur répartition actuelle (*degré de confiance moyen/élevé*). Dans certaines régions, l'évolution du climat réduira l'incidence de certaines maladies à transmission vectorielle, en raison de la diminution de la pluviosité ou de températures trop élevées (*degré de confiance moyen*). Une variété de modèles mathématiques indique, avec beaucoup de cohérence, que les scénarios des changements climatiques pour le siècle à venir entraîneraient une légère augmentation nette de la proportion de la population mondiale établie dans des régions de transmission potentielle du paludisme ou de la dengue (*degré de confiance moyen à élevé*). Un changement dans les conditions climatiques augmentera l'incidence de divers types de maladies infectieuses d'origine hydrique et alimentaire. [9.7]

Les changements climatiques pourraient provoquer dans le milieu marin des modifications propres à accentuer les risques d'intoxication par les biotoxines lors de la consommation de poissons ou de crustacés. Dans les eaux plus chaudes, des biotoxines telles que la ciguatera des eaux tropicales pourraient étendre leur aire de répartition vers de plus hautes latitudes (*degré de confiance faible*). L'élévation de la température de la mer en surface augmenterait la prolifération d'algues toxiques (*degré de confiance moyen*) qui ont des liens complexes avec l'intoxication humaine et qui nuisent à l'environnement et à l'économie. La modification de la quantité et de la qualité des eaux de surface aura un impact sur les maladies diarrhéiques (*degré de confiance moyen*). [9.8]

La modification des disponibilités alimentaires due aux changements climatiques pourrait avoir une incidence sur la nutrition et la santé des populations pauvres dans certaines parties du monde. Les études de l'impact de l'évolution du climat sur la production alimentaire indiquent que les effets pourraient être positifs ou négatifs à l'échelle de la planète, mais que le risque d'une baisse du rendement agricole est plus grand dans les pays en développement (où l'on estime que 790 millions de personnes souffrent actuellement de dénutrition). Les populations qui vivent dans des régions isolées et ont difficilement accès aux marchés seront particulièrement vulnérables face aux diminutions ou aux perturbations locales de l'approvisionnement alimentaire. La dénutrition est une cause essentielle du retard physique et intellectuel chez l'enfant, d'une faible productivité chez l'adulte et d'une fragilité face aux maladies infectieuses. Les changements climatiques augmenteront le nombre de personnes dénutries dans les pays en développement (*degré de confiance moyen*), particulièrement sous les tropiques. [9.9, 5.3]

Dans certains contextes, les effets des changements climatiques pourraient causer des perturbations sociales, un déclin économique et des déplacements de population nuisibles à la santé humaine. Les déplacements de population provoqués par les catastrophes naturelles ou par la détérioration de l'environnement ont de vastes répercussions sur la santé (*degré de confiance élevé*). [9.10]

Il existe, pour chaque effet néfaste attendu sur la santé, une série de mesures d'adaptation sociales, institutionnelles, technologiques

et comportementales visant à en atténuer l'incidence (voir le tableau TS 5). De façon générale, les conséquences seront plus graves dans les populations vulnérables à faible revenu, surtout dans les pays tropicaux/subtropicaux. Il est globalement nécessaire de renforcer et de maintenir l'infrastructure de santé publique (programmes, services, systèmes de surveillance). L'aptitude des populations touchées à s'adapter aux risques dépend également des circonstances sociales, environnementales, politiques et économiques. [9.11]

5. Analyses régionales

La vulnérabilité des populations humaines et des systèmes naturels face aux changements climatiques varie beaucoup d'une région et d'une population à l'autre. Les variations régionales du climat de référence et des changements climatiques prévus donnent lieu à diverses expositions aux facteurs climatiques. Les systèmes sociaux et naturels de chaque région possèdent des caractéristiques, des ressources et des institutions variées et sont soumis à des pressions qui créent des écarts dans la sensibilité et la capacité d'adaptation. Des préoccupations clés découlent de ces différences pour chaque grande région du monde. Même à l'intérieur des régions, l'incidence, l'adaptabilité et la vulnérabilité pourront fluctuer. Comme les études publiées n'ont pas utilisé un ensemble commun de scénarios et de méthodes climatiques, et vu les incertitudes concernant la sensibilité et l'adaptabilité des systèmes naturels et sociaux, l'évaluation des vulnérabilités régionales est nécessairement qualitative.

5.1. Afrique

L'Afrique est très vulnérable aux changements climatiques. Elle est surtout préoccupée par l'incidence liée aux ressources en eau, à la production alimentaire, à la santé humaine, à la désertification et aux zones côtières, particulièrement en rapport avec les événements extrêmes. Une synergie changement d'affectation des terres-évolution du climat accentuera la désertification. Certains effets déterminants apparaissent à la figure TS 6.

5.1.1 Ressources en eau

Les ressources en eau sont un domaine de grande vulnérabilité en Afrique, qui touche l'approvisionnement pour les besoins domestiques, l'agriculture et l'industrie. Dans les bassins hydrographiques partagés, les protocoles de coopération régionale minimisent les effets néfastes et le potentiel de conflit. Les tendances de la disponibilité régionale des ressources en eau par Africain au cours des cinquante dernières années montrent que celle-ci a diminué de 75 pour cent. Bien qu'il y ait eu des réductions de débits fluviaux dans les deux dernières décennies, particulièrement en Afrique de l'Ouest subsaharienne, on observe essentiellement l'incidence de l'accroissement de la population, qui a quadruplé pendant cette période dans la plupart des pays. La croissance démographique et la dégradation de la qualité de l'eau représentent des menaces importantes pour la sécurité des ressources hydriques dans de nombreuses parties du continent, et la combinaison de l'accroissement permanent de la population et

Tableau TS 5 : Options d'adaptation visant à atténuer l'incidence des changements climatiques sur la santé

Problème de santé	Législation	Mesures techniques	Enseignement et avis	Culture et comportement
Stress thermique	- Normes de construction	- Logement, bâtiments publics, urbanisme pour réduire l'effet d'îlot thermique, climatisation	- Systèmes d'alerte précoce	- Vêtements, sieste
Phénomènes météorologiques extrêmes	- Lois d'aménagement - Normes de construction - Migration forcée - Incitations économiques à la construction	- Urbanisme - Abris de tempêtes	- Systèmes d'alerte précoce	- Utilisation des abris de tempête
Qualité de l'air	- Limitation des émissions - Restriction de la circulation	- Amélioration des transports publics, convertisseurs catalytiques, cheminées	- Avis de pollution	- Covoiturage
Maladies à transmission vectorielle		- Lutte contre le vecteur - Vaccination moustiquaires de lit imprégnées - Programmes durables de surveillance, prévention et lutte	- Information sanitaire	- Méthodes de stockage de l'eau
Maladies d'origine hydrique	- Loi sur la protection des bassins versants - Règlements sur la qualité de l'eau	- Dépistage génétique/moléculaire des agents pathogènes - Amélioration du traitement de l'eau - Amélioration de l'hygiène publique (ex : latrines)	- Avis d'eau non potable (faire bouillir)	- Lavage des mains et autres mesures d'hygiène - Utilisation des latrines

des effets du réchauffement de la planète devrait probablement accentuer les pénuries d'eau dans les régions subhumides.

L'Afrique est le continent qui a le plus faible facteur de conversion des précipitations en écoulement, soit une moyenne de 15 pour cent. Bien que la zone équatoriale et les régions côtières de l'est et du sud soient humides, le reste du territoire est semi-aride ou aride. L'effet dominant du réchauffement de la planète consistera en une réduction de l'humidité du sol dans les zones subhumides et en une diminution de l'écoulement. Les tendances actuelles des principaux bassins hydrographiques indiquent une baisse de l'écoulement d'environ 17 pour cent au cours de la dernière décennie.

La majorité des pays africains ont investi massivement dans des installations hydroélectriques, afin de soutenir le développement économique. La retenue d'eau dans les réservoirs est très sensible aux variations de l'écoulement et aux périodes de sécheresse. Le niveau d'eau dans les lacs et les principaux barrages a atteint un

seuil critique, qui menace les activités industrielles. Les résultats obtenus avec les modèles et certains réservoirs et lacs indiquent que le réchauffement mondial augmentera la fréquence de ces bas niveaux en raison des conditions de crue ou de sécheresse associées au phénomène ENSO. [10.2.1]

5.1.2 Sécurité alimentaire

Il y a un consensus général sur le fait que les changements climatiques menaceront la sécurité alimentaire, surtout en raison de l'augmentation des phénomènes extrêmes et des décalages spatio-temporels. Le continent connaît déjà un déficit majeur de la production alimentaire dans de nombreuses régions et la baisse potentielle de l'humidité du sol constituera une pression supplémentaire. Les pays qui manquent de nourriture sont plus vulnérables aux effets néfastes des changements climatiques. La pêche dans les eaux intérieures et en mer procure une part importante des protéines consommées dans de nombreux pays africains. En

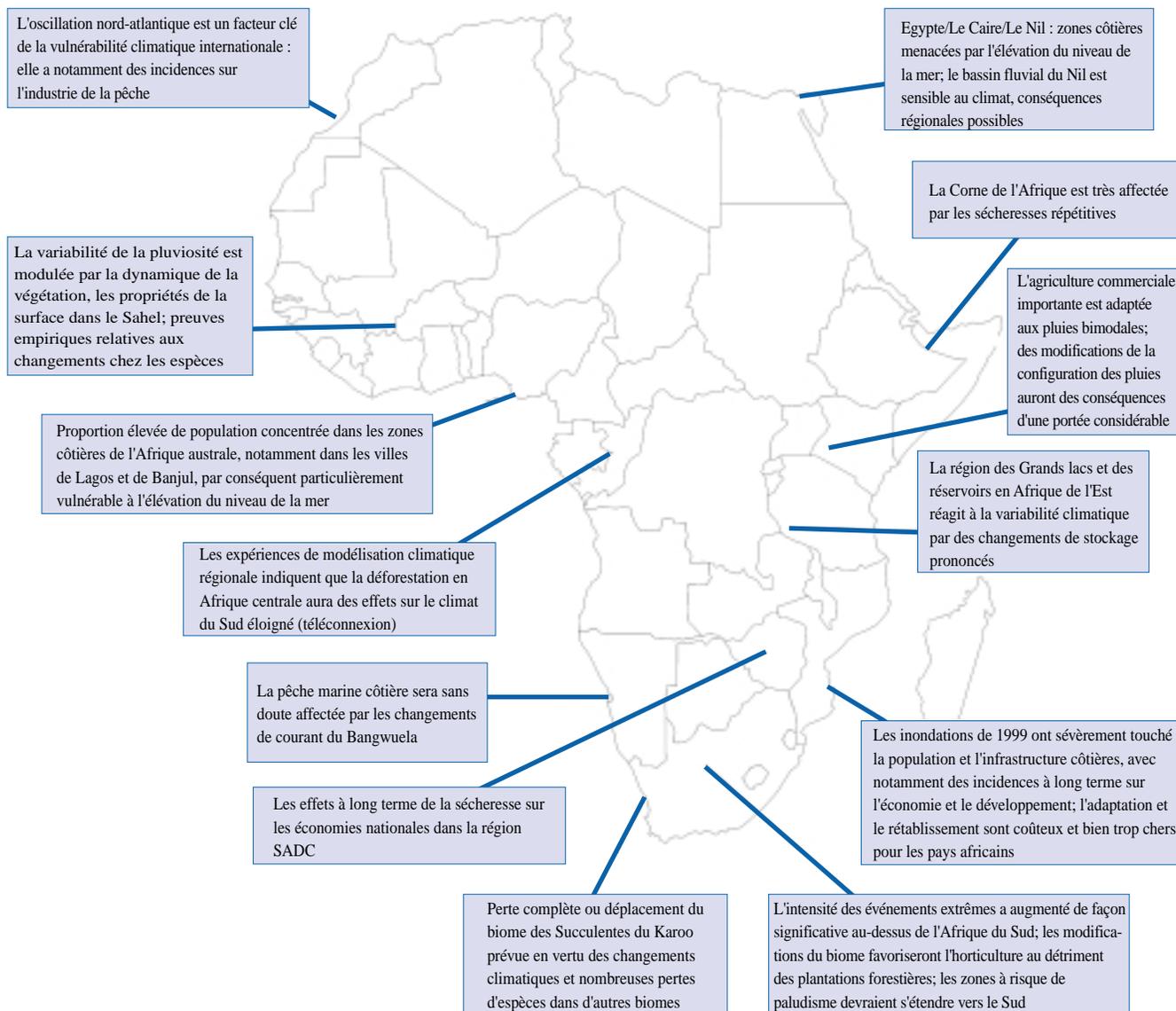


Figure TS 6 : Sélection d'effets clés en Afrique

raison du stress hydrique et de la dégradation des terres, la pêche intérieure sera plus sensible aux sécheresses épisodiques et à la destruction des habitats. Le réchauffement de l'océan aura sans doute de l'incidence sur la pêche côtière. [10.2.2]

5.1.3 Gestion des ressources naturelles et diversité biologique

Des réductions irréversibles de la diversité biologique pourraient être accélérées par les changements climatiques. On s'attend à ce que les changements climatiques entraînent des déplacements importants de biomes riches en diversité biologique, notamment celui de Succulent Karoo en Afrique du Sud, et de nombreuses pertes d'espèces dans d'autres biomes. Les changements dans la fréquence, l'intensité et l'ampleur des incendies de végétation et les modifications d'habitat imputables aux changements d'affectation des terres pourraient enrayer les processus naturels d'adaptation et

provoquer des extinctions. Les modifications des écosystèmes affecteront l'approvisionnement en eau, le secteur du bois de chauffage et d'autres services. [10.2.3.2]

5.1.4 Santé humaine

Les changements dans les températures et les précipitations auront de nombreux effets néfastes sur la santé humaine. Les hausses de température élargiront les habitats vecteurs de maladies. Quand l'infrastructure sanitaire est insuffisante, les sécheresses et les inondations entraînent une augmentation de la fréquence des maladies d'origine hydrique. L'augmentation des précipitations pourrait provoquer de plus fréquentes apparitions de la fièvre de la vallée du Rift. Les mauvaises conditions d'hygiène en ville et la hausse des températures des eaux côtières pourraient aggraver les épidémies de choléra. [10.2.4.1.1, 10.2.4.4]

5.1.5 Etablissements et infrastructure

Bien que l'infrastructure de base du développement – transports, logement et services – soit insuffisante dans de nombreux cas, elle représente néanmoins des investissements importants pour les gouvernements. L'augmentation de la fréquence des inondations, des vagues de chaleur, des tempêtes de poussière, des ouragans et d'autres événements extrêmes pourrait affecter l'intégrité de ces installations cruciales à une vitesse que l'économie ne pourrait sans doute pas supporter, ce qui entraînerait une grave détérioration des services sociaux, sanitaires et économiques. Ces conditions compromettraient sérieusement le bien-être général de la population. [10.2.5.3]

L'élévation du niveau de la mer, l'érosion côtière, les invasions d'eau salée et les inondations auront des effets importants sur les populations et les économies africaines. La plupart des grandes villes du continent sont situées le long des côtes et sont donc très vulnérables aux phénomènes extrêmes, à l'élévation du niveau de la mer et à l'érosion côtière, en raison d'aménagements médiocres et de l'accélération de l'exode rural. Le développement rapide et imprévu des villes va probablement prédisposer de nombreuses populations aux maladies infectieuses dues à des facteurs climatiques comme les inondations. [10.2.5.2]

5.1.6 Désertification

Les modifications des configurations spatio-temporelles des températures, des précipitations, des rayonnements solaires et des vents attribuables à l'évolution du climat accentueront la désertification. La désertification représente une grande menace pour la gestion durable des ressources dans les régions arides, semi-arides et subhumides sèches de l'Afrique, et met en péril la sécurité alimentaire et des approvisionnements en eau. [10.2.6]

5.1.7 Capacité d'adaptation

Etant donné la diversité des contraintes auxquelles de nombreux pays font face, la capacité générale de l'Afrique à s'adapter aux changements climatiques est actuellement très faible. Les plans d'action nationaux qui incorporent des changements à long terme et qui poursuivent des stratégies «sans regrets» pourraient augmenter les capacités d'adaptation de la région. Les prévisions saisonnières – par exemple, celles qui lient les températures de la surface de la mer aux épidémies de maladies graves – est une stratégie d'adaptation prometteuse qui devrait sauver des vies. Les technologies et méthodes actuelles, tout particulièrement dans les domaines de l'agriculture et de l'eau, ne seront probablement pas suffisantes pour satisfaire la demande prévue; et l'augmentation de la variabilité climatique constituera un stress supplémentaire. Il est peu probable que les pays africains aient suffisamment de ressources pour y réagir efficacement.

Les changements climatiques offrent aussi certaines opportunités. Les processus d'adaptation aux changements climatiques mondiaux, y compris les transferts de technologie et le piégeage du carbone, offrent de nouvelles possibilités de développement qui pourraient profiter des ressources et du potentiel humain de l'Afrique. La coopération régionale dans les domaines de la science, de la gestion des ressources et du développement augmente déjà, et

l'accès aux marchés financiers diversifiera l'économie et améliorera la sécurité alimentaire.

Cette évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques est marquée par des incertitudes. La diversité des climats africains, l'importante variabilité des précipitations et le réseau d'observation très dispersé rendent les prévisions des futurs changements climatiques difficiles aux niveaux sous-régional et local. L'exposition et la vulnérabilité aux changements climatiques sont bien établies. La sensibilité aux variations climatiques est aussi établie mais incomplète. Toutefois, l'incertitude touchant les conditions futures signifie qu'il y a un très faible niveau de confiance dans les coûts prévus des changements climatiques. Cette évaluation peut créer un cadre permettant aux Etats de commencer à concevoir des méthodes d'estimation de ces coûts, en fonction de leur situation propre.

5.2 Asie

Les changements climatiques imposeront un stress important sur les ressources dans toute la région. L'Asie compte plus de 60 pour cent de la population mondiale; ses ressources naturelles subissent déjà de fortes contraintes et la résistance aux changements climatiques dans la plupart des secteurs est faible. De nombreux pays dépendent d'un point de vue socio-économique de ressources comme l'eau, les forêts, les prairies, les pâturages et la pêche. L'ampleur des modifications des variables climatiques pourrait varier de façon importante d'une sous-région et d'un pays à l'autre. La sensibilité aux changements climatiques de quelques secteurs vulnérables et les effets de ces limites sont présentés dans le tableau TS 6. La vulnérabilité des régions à l'évolution du climat est décrite au tableau TS 7 selon des secteurs choisis.

5.2.1 Agriculture et sécurité alimentaire

L'insécurité alimentaire semble être la principale préoccupation de l'Asie. Les récoltes et l'aquaculture seraient menacées par les stress thermiques et hydriques, l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation des inondations et les vents forts associés aux cyclones tropicaux intenses (degré élevé de confiance). En général, on prévoit que les zones situées sous des latitudes moyennes et élevées connaîtront une augmentation de la production agricole; les récoltes dans les latitudes basses diminueront dans l'ensemble. La durée plus longue de la saison estivale devrait entraîner un déplacement vers le nord des limites de l'agro-écosystème en Asie boréale et favoriser une augmentation générale de la productivité agricole (*degré de confiance moyen*). La variabilité et les changements climatiques affecteront le calendrier des récoltes ainsi que la durée de la période de croissance des cultures. En Chine, le rendement de certaines cultures importantes devrait baisser en raison des changements climatiques. De grandes pénuries d'eau, associées au stress thermique, auront des effets néfastes sur le blé, et encore plus sur la productivité du riz en Inde, malgré l'incidence positive de l'augmentation du CO₂. Les maladies des cultures comme la gale du blé, la piriculariose et la rouille du riz, pourraient être plus répandues dans les régions tempérées et tropicales de l'Asie si le climat devenait plus chaud et plus humide. Les mesures d'adaptation qui visent à réduire les effets néfastes de la

Tableau TS 6 : Sensibilité de certaines régions asiatiques aux changements climatiques.

Changements dans les éléments climatiques et élévation du niveau de la mer	Région vulnérable	Principaux changements	Impacts	
			Primaires	Secondaires
0,5-2 °C (élévation du niveau de la mer 10-45 cm)	Sundarbans du Bangladesh	- inondations, environ 15 % (~ 750 km ²) - augmentation de la salinité	- perte d'espèces végétales - perte d'espèces fauniques	- perte économique - accentuation de l'insécurité et des pertes d'emplois
4 °C (pluviosité + 10 %)	Pergélisols sibériens	- réduction du pergélisol continu - déplacement de la limite sud du pergélisol sibérien d'environ 100 à 200 km vers le nord	- modification de la solidité des roches - changement de capacité de support - changement de compressibilité des roches gelées - érosion thermique	- effets sur le secteur de la construction - effets sur le secteur minier - effets sur le développement agricole
>3 °C (pluviosité > + 20 %)	Ressources en eau du Kazakhstan	- modification de l'écoulement	- augmentation des inondations hivernales - baisse des débits estivaux	- risques pour la vie et les biens - stress hydrique estival
~2°C (pluviosité -5 à 10 %; élévation du niveau de la mer 45 cm)	Basses terres du Bangladesh	- augmentation d'environ 23-29 % de l'étendue des inondations	- modification de catégorie de profondeur des inondations - modification de configuration des récoltes de riz pendant la mousson	- risque pour la vie et les biens - augmentation des problèmes sanitaires - réduction des récoltes de riz

variabilité climatique pourraient inclure le changement du calendrier des récoltes afin de profiter de la période des pluies et d'éviter les phénomènes météorologiques extrêmes (typhons, vents forts, etc.) pendant la saison de croissance. [11.2.2.1]

L'Asie domine l'aquaculture mondiale et produit 80 pour cent de tous les poissons, crevettes, crustacés et coquillages d'élevage. De nombreux stocks sauvages subissent du stress en raison de la surexploitation, de la pêche au chalut dans les habitats des fonds marins, du développement du littoral et de la pollution causée par les activités terrestres. De plus, la productivité marine est très affectée par les déplacements du plancton, comme les mouvements saisonniers des sardines dans la Mer du Japon, en réaction aux changements climatiques causés pendant les épisodes ENSO. Les ondes de tempête et les conditions cycloniques frappent régulièrement le littoral et ajoutent des sédiments aux eaux côtières. La conservation et la gestion durable de la pêche intérieure et en mer sont nécessaires à l'échelle régionale afin que les ressources aquatiques vivantes puissent continuer à satisfaire leurs besoins nutritionnels aux niveaux régional et national. [11.2.4.4]

5.2.2 Ecosystèmes et diversité biologique

Les changements climatiques pourraient accentuer les menaces que font actuellement peser sur la diversité biologique la modification de l'affectation et de la couverture des terres ainsi que la pression démographique (degré de confiance moyen). Les risques touchant la

grande diversité d'espèces en Asie s'accroissent. Entre 1250 à 15000 espèces végétales supérieures sont menacées en Inde. Des tendances similaires sont observées en Chine, en Malaisie, au Myanmar et en Thaïlande. De nombreuses espèces et une population importante de plusieurs autres espèces seront probablement exterminées à cause des effets synergiques des changements climatiques et du morcellement des habitats. Dans les écosystèmes désertiques, l'augmentation de la fréquence des sécheresses pourrait provoquer la diminution du fourrage autour des oasis, causer une mortalité massive dans la faune locale et menacer leur existence. Avec une élévation du niveau de la mer d'un mètre, les Sundarbans (écosystèmes de mangrove les plus importants) du Bangladesh disparaîtraient complètement. [11.2.1, 11.2.1.6]

La dégradation du pergélisol causée par le réchauffement du globe augmenterait la vulnérabilité de nombreux secteurs qui dépendent du climat et affecterait l'économie de l'Asie boréale (degré de confiance moyen). Le réchauffement prononcé sous les hautes latitudes de l'hémisphère Nord pourrait entraîner la réduction ou la disparition du pergélisol. La zone de pergélisol d'Asie boréale devrait beaucoup s'amenuiser. Le déplacement vers le Pôle de la frontière sud de la zone sporadique est aussi probable en Mongolie et dans le nord-est de la Chine. La frontière entre les zones de pergélisol continu et discontinu (intermittent ou saisonnier) sur le Plateau tibétain devrait sans doute se déplacer vers le centre du plateau le long des bordures est et ouest. [11.2.1.5]

Tableau TS 7 : Vulnérabilité des secteurs clés face aux effets des changements climatiques dans certaines sous-régions asiatiques. L'explication des degrés de confiance se trouve dans la section 1.4 du Résumé technique.

Région	Aliments et fibres	Diversité biologique	Ressources en eau	Ecosystèmes côtiers	Santé humaine	Etablissements
Asie boréale	Peu résilient ****	Très vulnérable ***	Peu résilient ***	Peu résilient **	Assez vulnérable **	Peu ou pas vulnérable ***
Asie aride et semi-aride						
- Asie centrale	Très vulnérable ****	Assez vulnérable **	Très vulnérable ****	Assez vulnérable **	Assez vulnérable ***	Assez vulnérable ***
- Plateau tibétain	Peu ou pas vulnérable ***	Très vulnérable ***	Assez vulnérable **	Sans objet	Aucune information	Aucune information
Asie tempérée	Très vulnérable ****	Assez vulnérable ***	Très vulnérable ****	Très vulnérable ****	Très vulnérable ***	Très vulnérable ****
Asie tropicale						
- Asie du sud	Très vulnérable ****	Très vulnérable ***	Très vulnérable ****	Très vulnérable ****	Assez vulnérable ***	Très vulnérable ***
- Asie du Sud-Est	Très vulnérable ****	Très vulnérable ***	Très vulnérable ****	Très vulnérable ****	Assez vulnérable ***	Très vulnérable ***

La fréquence des incendies de forêts devrait augmenter en Asie boréale (degré de confiance moyen). Le réchauffement des températures de l'air en surface, particulièrement en été, pourrait créer des conditions favorables aux orages et à la foudre, et déclencher plus fréquemment des feux dans les forêts boréales. On prévoit l'augmentation de la fréquence des incendies de forêts dans le nord de l'Asie boréale, en raison du réchauffement de la planète. [11.2.1.3]

5.2.3 Ressources en eau

La disponibilité de l'eau douce devrait être très vulnérable aux changements climatiques prévus (degré de confiance élevé). L'écoulement de surface qui augmente pendant l'hiver et l'été serait prononcé en Asie boréale (degré de confiance moyen). Les pays dont la consommation de l'eau représente plus de 20 pour cent des ressources potentielles totales sont susceptibles de subir un stress hydrique grave pendant les périodes de sécheresse. On s'attend à ce que l'écoulement de surface diminue beaucoup dans les zones arides et semi-arides d'Asie, en vertu des scénarios de changements climatiques. Ces derniers devraient probablement

avoir une incidence sur le volume d'écoulement fluvial ainsi que sur la répartition temporelle des écoulements pendant l'année. Avec une augmentation de 2 °C de la température de l'air et une baisse de 5-10 pour cent des précipitations estivales, l'écoulement de surface au Kazakhstan devrait diminuer de façon importante, ce qui aurait de graves conséquences sur l'agriculture et l'élevage. Il y aurait des pénuries d'eau dans de nombreux pays du sud et du sud-est asiatiques, en particulier là où les réservoirs d'eau pour l'irrigation sont réduits au minimum. La croissance et la concentration démographiques dans les zones urbaines exerceraient des pressions croissantes sur la disponibilité et la qualité de l'eau. [11.2.3.1]

5.2.4 Phénomènes météorologiques extrêmes

Les pays en voie de développement de l'Asie tempérée ou tropicale sont déjà assez vulnérables aux événements climatiques extrêmes tels que les typhons/cyclones, les sécheresses et les inondations. Les changements et la variabilité climatiques accentueraient ces vulnérabilités (degré de confiance élevé). Les phénomènes météorologiques extrêmes sont réputés pour leurs effets

Tableau TS 8 : Pertes potentielles de terres et populations exposées dans les pays asiatiques selon l'ampleur de l'élévation du niveau de la mer, en supposant l'absence de mesures d'adaptation.

Pays	Elévation du niveau de la mer (cm)	Pertes de terres potentielles		Populations exposées	
		(km ²)	(%)	(millions)	(%)
Bangladesh	45	15 668	10,9	5,5	5,0
	100	29 846	20,7	14,8	13,5
Inde	100	5 763	0,4	7,1	0,8
Indonésie	60	34 000	1,9	2,0	1,1
Japon	50	1 412	0,4	2,9	2,3
Malaisie	100	7 000	2,1	>0,05	>0,3
Pakistan	20	1 700	0,2	n. d.	n. d.
Viet Nam	100	40 000	12,1	17,1	23,1

néfastes dans des zones très séparées de l'Asie. Certains faits indiquent qu'il y a eu des augmentations d'intensité ou de fréquence de quelques événements extrêmes à l'échelle régionale au cours du XX^e siècle. [11.1.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

La hausse de l'intensité des précipitations, particulièrement pendant la mousson d'été, pourrait élargir les zones propices aux inondations en Asie tempérée et tropicale. Il existe un potentiel de conditions plus sèches dans les zones arides ou semi-arides de l'Asie pendant l'été, ce qui pourrait entraîner des sécheresses plus sévères (degré de confiance moyen). De nombreux pays d'Asie tempérée et tropicale ont connu de fréquentes sécheresses et des inondations sévères au cours du XX^e siècle. Les crues éclair vont probablement devenir plus fréquentes à l'avenir dans de nombreuses régions tempérées et tropicales. On prévoit une diminution de la période de précipitations extrêmes et la possibilité d'inondations plus fréquentes dans certaines parties de l'Inde, du Népal et du Bangladesh. [11.1.3.3, 11.2.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

La conversion de terres forestières en terres agricoles ou en pâturages provoque déjà des pertes importantes de forêts dans les pays asiatiques tropicaux et tempérés. Avec des inondations et des sécheresses plus fréquentes, ces conversions auront des implications lourdes de conséquences sur l'environnement (par exemple érosion du sol, baisse de la fertilité du sol, réduction de la variabilité génétique des cultures et diminution des ressources en eau). [11.1.4.1]

Les cyclones tropicaux et les ondes de tempête continuent de faire beaucoup de victimes et de dégâts matériels en Inde et au Bangladesh. L'augmentation de l'intensité des cyclones, combinée à l'élévation du niveau de la mer, entraînerait plus de victimes et de dommages dans les zones côtières basses des pays sujets aux cyclones (*degré de confiance élevé*). La hausse prévue de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes aura des effets potentiels importants sur la croissance des cultures et la production agricole, ainsi que sur l'économie et l'environnement. [11.2.4.5, 11.2.6.3, 11.3]

Une série importante de mesures de prévention à l'échelle régionale et nationale, notamment la prise de conscience et l'acceptation des facteurs de risques par les populations régionales, devraient éliminer ou réduire les effets des catastrophes associées aux événements météorologiques les plus extrêmes sur les structures économiques et sociales des pays de l'Asie tempérée et tropicale. [11.3.2]

5.2.5 Deltas et zones côtières

Les grands deltas et zones côtières basses d'Asie seraient inondés par l'élévation du niveau de la mer (degré de confiance élevé). Les stress climatiques dans les zones côtières comprennent les pertes et la salinisation des terres agricoles en raison des changements du niveau de la mer et de la fréquence et l'intensité des cyclones tropicaux. Les estimations des pertes potentielles de terres dues à l'élévation du niveau de la mer et des risques de déplacement des populations présentées dans le tableau TS 8 montrent l'ampleur du problème dans les principales régions basses des côtes asiatiques. A l'heure actuelle, l'érosion du littoral boueux n'est pas le résultat de l'élévation du niveau de la mer; elle est provoquée en grande partie par les sédiments en suspension dans les fleuves, transportés chaque année dans l'océan par les activités humaines et l'évolution du delta. Ces phénomènes pourraient accentuer les effets des changements climatiques dans les régions côtières de l'Asie. [11.2.4.2]

5.2.6 Santé humaine

En Asie tropicale et tempérée, les conditions plus chaudes et plus humides augmenteraient les risques de maladies infectieuses et liées à la chaleur (degré de confiance moyen). La hausse de la température de l'air à la surface et l'évolution des précipitations en Asie auront des effets nocifs sur la santé humaine. Même si le réchauffement entraînerait une réduction des pertes humaines dans les pays tempérés l'hiver, il pourrait y avoir une fréquence et une durée plus importantes du stress thermique, tout particulièrement dans les mégapoles pendant l'été. Le réchauffement du globe accroîtra aussi le taux des maladies respiratoires et cardiovasculaires dans certaines zones arides, semi-arides, tropicales et tempérées. Les changements

dans les températures et les précipitations pourraient étendre le secteur des maladies à transmission vectorielle aux régions arides et tempérées. La propagation de ces maladies sous des latitudes plus nordiques pourrait menacer sérieusement la santé humaine. Le réchauffement des températures de la surface de la mer, le long du littoral asiatique, supporterait une plus grande prolifération phytoplanktonique. Ces proliférations sont des hôtes de maladies bactériennes infectieuses. Les maladies d'origine hydrique – comme le choléra et l'ensemble des maladies diarrhéiques causées par des organismes comme la lamblia, la salmonelle et le cryptosporidium – pourraient devenir plus courantes dans de nombreux pays du sud asiatique si le climat devenait plus chaud. [11.2.5.1, 11.2.5.2, 11.2.5.4]

5.2.7 Capacité d'adaptation

Dans les pays asiatiques, l'adaptation aux changements climatiques dépend de l'abordabilité des mesures à mettre en œuvre, de l'accès à la technologie et des contraintes biophysiques, comme la disponibilité des ressources terrestres et hydriques, les caractéristiques du sol, la diversité génétique pour l'amélioration des cultures (par exemple développement crucial de cultivars de riz résistants à la chaleur) et la topographie. La plupart des pays asiatiques en développement font face à des problèmes de croissance démographique, d'étalement des villes, de manque de ressources en eau adéquates et de pollution environnementale, qui nuisent aux activités socio-économiques. Ces pays devront évaluer individuellement et collectivement les compromis possibles entre les mesures visant à contrer les changements climatiques et les besoins les plus urgents (faim, pollution de l'air et de l'eau, demande énergétique). Des stratégies devraient être élaborées dans trois secteurs vitaux : ressources terrestres, ressources en eau et production alimentaire. Les mesures d'adaptation conçues pour anticiper les effets potentiels des changements climatiques peuvent contribuer à compenser de nombreuses répercussions néfastes. [11.3.1]

5.3 Australie et Nouvelle-Zélande

La région Australie/Nouvelle-Zélande couvre les tropiques jusqu'aux latitudes moyennes et possède des climats et des écosystèmes variés, à savoir des déserts, des forêts pluviales, des récifs coralliens et des zones alpines. Le climat est vivement influencé par les océans environnants. L'Australie sera très vulnérable à l'assèchement prévu pour la plus grande partie du pays dans les 50-100 prochaines années (figure TS 3) parce que de grandes zones agricoles sont actuellement fortement affectées par des sécheresses périodiques, et qu'il existe déjà des terres arides et semi-arides étendues. La Nouvelle-Zélande, qui est un pays plus petit, plus montagneux et dont le climat est généralement plus tempéré et maritime, pourrait mieux résister aux changements climatiques que l'Australie, bien qu'une vulnérabilité considérable demeure (*degré de confiance moyen*). Le tableau TS 9 montre les principaux domaines de vulnérabilité et d'adaptabilité à l'incidence des changements climatiques en Australie et en Nouvelle-Zélande. [12.9.5]

Les estimations intersectorielles complètes des coûts nets de l'incidence des changements climatiques concernant divers scénarios d'émissions de GES et divers scénarios de conditions sociales ne sont pas disponibles. Le degré de confiance demeure très faible

relativement à l'évaluation de -1,2 à -3,8 pour cent du PIB pour l'équivalent du doublement des concentrations de CO₂ (*Rapport spécial du GIEC sur les incidences de l'évolution du climat dans les régions*). Cette estimation ne tenait pas compte des nombreux effets et adaptations identifiées actuellement. [12.9]

Les phénomènes extrêmes ont actuellement une incidence majeure; les changements touchant ces phénomènes devraient dominer les effets des changements climatiques. Les périodes de retour des pluies abondantes, des inondations et des ondes de tempête, d'une ampleur donnée et dans des sites particuliers, seraient modifiées par des augmentations possibles de l'intensité des cyclones tropicaux et des pluies abondantes ainsi que des changements de fréquence des cyclones liés à des lieux spécifiques. Les scénarios des changements climatiques qui sont basés sur des modèles couplés océan-atmosphère récents indiquent que de grandes régions d'Australie connaîtront une diminution importante des précipitations au cours du XXI^e siècle. Le phénomène ENSO entraîne des inondations et des sécheresses prolongées, particulièrement à l'intérieur de l'Australie et dans certaines parties de la Nouvelle-Zélande. La région serait sensible à une évolution vers un état moyen ressemblant davantage à *El Niño*. [12.1.5]

Avant la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre, on s'attend à ce que le gradient de la température nord-sud augmente dans les latitudes australes moyennes (*degré de confiance moyen à élevé*), renforçant ainsi les vents d'ouest et les gradients est-ouest des pluies en Tasmanie et en Nouvelle-Zélande qui leur sont associés. Après la stabilisation des concentrations de GES, ces tendances pourraient être inversées (*degré de confiance moyen*) [12.1.5.1]

Les changements climatiques s'ajouteront aux stress actuels touchant l'utilisation durable des terres et la conservation de la diversité biologique terrestre et aquatique. Ces stress comprennent l'invasion d'espèces exotiques animales et végétales, la dégradation et le morcellement des écosystèmes naturels par le développement urbain et agricole, la salinisation des terres arides (Australie), la suppression de la couverture forestière (Australie et Nouvelle-Zélande) et la concurrence pour les rares ressources en eau.

Dans ces deux pays, les groupes de personnes défavorisés d'un point de vue économique et social, en particulier les peuples autochtones, sont très vulnérables aux stress sur la santé et les conditions de vie induits par les changements climatiques. Les grands problèmes aggravants comprennent notamment l'accroissement rapide de la population et de l'infrastructure dans les zones côtières vulnérables, l'utilisation inappropriée des ressources en eau et les dispositions institutionnelles complexes. [12.3.2, 12.3.3, 12.4.1, 12.4.2, 12.6.4, 12.8.5]

5.3.1 Ressources en eau

Les ressources en eau sont déjà soumises à un stress dans certaines régions et sont par conséquent très vulnérables, en particulier à la salinisation (dans certaines parties de l'Australie) et à la concurrence pour les approvisionnements en eau entre l'agriculture, la production d'énergie, les zones urbaines et les flux

Tableau TS 9 : Principaux domaines de vulnérabilité et adaptabilité aux incidences des changements climatiques en Australie et en Nouvelle-Zélande. Le degré de confiance des prévisions touchant les incidences présentées dans le tableau est indiqué par des astérisques dans la deuxième colonne (voir l'explication à la section 1.4 du Résumé technique). Les degrés de confiance et les évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptabilité sont fondés sur les informations examinées au chapitre 12 et supposent la poursuite des tendances actuelles de croissance démographique et d'investissements.

Secteur	Incidences	Vulnérabilité	Adaptation	Adaptabilité	Section
Hydrologie et approvisionnement en eau	- Irrigation et contraintes d'approvisionnement en ville, augmentation de la salinisation****	Elevée dans certaines zones	- Planification, attribution de l'eau, et tarification	Moyenne	12.3.1, 12.3.2
	- Intrusion d'eau salée dans certains aquifères des côtes et îles****	Elevée dans des zones restreintes	- Autres sources d'approvisionnement en eau, retrait	Faible	12.3.3
Ecosystèmes terrestres	- Augmentation de la salinisation dans les exploitations agricoles en terres sèches et dans certains cours d'eau (Australie)***	Elevée	- Changements des pratiques d'utilisation des terres	Faible	12.3.3
	- Réduction de la diversité biologique, notamment dans des régions fragmentées, dans les zones alpines d'Australie, et le sud-ouest de l'Australie Occidentale****	Moyenne à élevée dans certaines zones	- Aménagement des paysages, peu de possibilités dans les zones alpines	Moyenne à faible	12.4.2, 12.4.4, 12.4.8
	- Augmentation du risque d'incendie***	Moyenne	- Gestion des terres, protection contre les incendies	Moyenne	12.1.5.3, 12.5.4, 12.5.10
	- Invasion de plantes nuisibles***	Moyenne	- Aménagement des paysages	Moyenne	12.4.3
Ecosystèmes aquatiques	- Salinisation de certaines terres humides côtières d'eau douce ***	Elevée	- Interventions physiques	Faible	12.4.7
	- Changements des écosystèmes de terres humides intérieures et de cours d'eau ***	Moyenne	- Changements d'attribution de l'eau	Faible	12.4.5, 12.4.6
	- Eutrophisation ***	Moyenne dans les eaux intérieures australiennes	- Changements d'attribution de l'eau, réduction des afflux de nutriments	Moyenne à faible	12.3.4

environnementaux (*degré de confiance élevé*). L'augmentation de l'évaporation et les réductions possibles de la pluviosité dans de nombreuses zones auront des effets nocifs sur l'approvisionnement en eau, l'agriculture, et la survie et la reproduction d'espèces clés dans certaines parties de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande (*degré de confiance moyen*). [12.3.1, 12.3.2, 12.4.6, 12.5.2, 12.5.3, 12.5.6]

5.3.2 Ecosystèmes

Un réchauffement de 1 °C menacerait la survie d'espèces qui poussent actuellement près de la limite supérieure de leur

échelle de température, notamment dans les régions alpines marginales et dans le sud-ouest de l'Australie-Occidentale. Les espèces qui ne peuvent pas migrer ou s'installer ailleurs en raison du défrichement, des différences de sols ou de la topographie, seraient menacées ou disparaîtraient. D'autres écosystèmes australiens particulièrement vulnérables comprennent notamment les récifs coralliens et les habitats arides et semi-arides. Les terres humides d'eau douce dans les zones côtières de l'Australie et la Nouvelle-Zélande sont vulnérables, et certains écosystèmes de la Nouvelle-Zélande sont vulnérables à la propagation accélérée des plantes nuisibles. [12.4.2, 12.4.3, 12.4.4, 12.4.5, 12.4.7]

Tableau TS-9 : (suite)

Secteur	Incidences	Vulnérabilité	Adaptation	Adaptabilité	Section
Écosystèmes côtiers	- Blanchissement corallien, surtout dans la Grande Barrière ****	Elevée	- Ensemencement de coraux ?	Faible	12.4.7
	- Prolifération accrue des algues toxiques ?*	Inconnue	-	-	12.4.7
Agriculture, pâturages et forêts	- Réduction de la productivité, stress accru sur les collectivités rurales si les sécheresses augmentent, augmentation du risque d'incendie de forêt***	Dépendante du lieu, pire avec le temps	- Changements de gestion et de politique, prévention des incendies, prévisions saisonnières	Moyenne	12.5.2, 12.5.3 12.5.4
	- Modification des marchés mondiaux en raison de changements climatiques ailleurs***, mais signes incertains	Elevée, mais signes incertains	- Commercialisation, planification, cultures spécialisées et à valeur énergétique, échange de carbone	Moyenne	12.5.9
	- Augmentation de la propagation des parasites et des maladies****	Moyenne	- Exclusion, pulvérisations	Moyenne	12.5.7
	- Augmentation de la concentration de CO ₂ qui accroît d'abord la productivité mais compensée ensuite par les changements climatiques**	Varie avec le temps	Changements des pratiques dans les exploitations agricoles, changements dans l'industrie		12.5.3, 12.5.4
Horticulture	- Effets variés (+ et -), qui dépendent des espèces et des lieux****	Faible dans l'ensemble	- Relocalisation	Elevée	12.5.3
Poissons	- Modifications du recrutement (certaines espèces)**	Effet net inconnu	- Suivi, gestion	-	12.5.5
Établissements et industrie	- Augmentation des effets des inondations, des tempêtes, des ondes de tempête, élévation du niveau de la mer****	Elevée à certains endroits	- Zonage, prévention des catastrophes	Modérée	12.6.1, 12.6.4
Santé	- Développement et propagation de maladies à transmission vectorielle ****	Elevée	- Quarantaine, éradication ou contrôle	Modérée à élevée	12.7.1, 12.7.4
	- Augmentation de la pollution atmosphérique photochimique****	Modérée (dans certaines villes)	- Lutte contre les émissions	Elevée	12.7.1

5.3.3 Production alimentaire

Les activités agricoles sont particulièrement vulnérables aux réductions régionales de la pluviosité dans le sud-ouest et l'intérieur de l'Australie (degré de confiance élevé). La fréquence des sécheresses et les stress qui s'ensuivent sur l'agriculture devraient probablement augmenter dans certaines parties de l'Australie et de

la Nouvelle-Zélande en raison des températures plus élevées et des changements causés par *El Niño* (degré de confiance moyen). La croissance accélérée des végétaux et la plus grande efficacité d'utilisation de l'eau attribuables à la hausse des concentrations de CO₂ pourraient entraîner des avantages initiaux pouvant compenser les effets néfastes des changements climatiques (degré de confiance moyen), bien que l'on s'attende à ce que le bilan

devienne négatif avec des réchauffements supérieurs à 2-4 °C et l'évolution des précipitations associée (*degré de confiance moyen*). Cela est illustré à la figure TS 7 pour la production de blé en Australie, selon une série de scénarios de changements climatiques. La dépendance vis-à-vis des exportations de produits agricoles et forestiers rend la région très sensible aux variations de production et de prix des denrées imputables aux changements climatiques ailleurs. [12.5.2, 12.5.3, 12.5.6, 12.5.9, 12.8.7]

En Australie et en Nouvelle-Zélande, la pêche est influencée par l'ampleur et le lieu des remontées de nutriments qui dépendent des vents dominants et des courants limites. De plus, le phénomène ENSO joue sur le recrutement de certaines espèces de poissons et l'incidence de la prolifération d'algues toxiques. [12.5.5]

5.3.4 Etablissements humains, industrie et santé

Les tendances marquées vers une croissance démographique et des investissements accrus dans les régions exposées augmentent la vulnérabilité aux cyclones tropicaux et aux ondes de tempête. Par conséquent, les hausses prévues d'intensité des cyclones tropicaux et les changements éventuels dans leur fréquence selon l'emplacement, ainsi que l'élévation du niveau de la mer, auront une incidence majeure, notamment des ondes de tempête plus hautes pour une période de retour donnée (*degré de confiance moyen à élevé*). L'augmentation de la fréquence des précipitations intenses devrait accroître les dommages causés par les inondations aux établissements et à l'infrastructure (*degré de confiance moyen*). [12.1.5.1, 12.1.5.3, 12.6.1, 12.6.4]

Il est hautement probable que les changements climatiques prévus favoriseront la propagation de certains vecteurs de maladies, amplifiant ainsi les risques d'épidémie (virus de Ross River et l'encéphalite de Murray Valley transmis par un moustique), malgré les services de santé et de sécurité biologique en place. [12.7.1]

5.3.5 Principales options d'adaptation

Les principales options d'adaptation comprennent notamment l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et de bons mécanismes d'échange pour l'eau; des politiques d'utilisation des terres plus appropriées; la fourniture de prévisions saisonnières et d'informations climatiques aux utilisateurs des terres pour les aider à gérer la variabilité et les changements climatiques; de meilleurs cultivars; la révision des normes techniques et du zonage pour le développement de l'infrastructure; et l'amélioration des services de santé et de sécurité biologique. Toutefois, en Australie et en Nouvelle-Zélande, de nombreux écosystèmes naturels ont des capacités d'adaptation limitées, et les systèmes aménagés feront souvent face à des contraintes imposées par les coûts, l'acceptabilité et d'autres facteurs. [12.3.2, 12.3.3, 12.5.6, 12.7.4, 12.8.4, 12.8.5]

5.4 Europe

Les conditions météorologiques actuelles affectent les systèmes naturels, sociaux et économiques européens sous des aspects qui révèlent des sensibilités et des vulnérabilités aux changements climatiques.

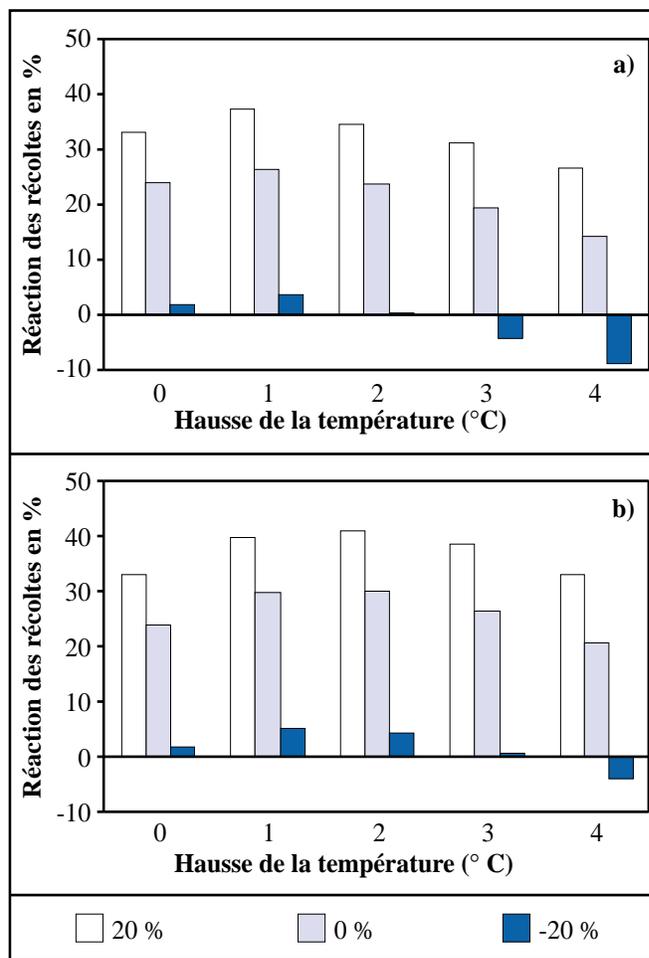


Figure TS-7 : L'évolution du pourcentage des récoltes moyennes annuelles de blé australien pour le CO₂ (niveau de 700 ppm) et l'échelle des variations de température et de pluviosité : a) dates de plantation actuelles, et b) dates de plantation optimales. La réaction des récoltes est indiquée pour les variations de pluviosité de plus de 20 % (en blanc), 0 (en bleu clair), et -20 % (en bleu foncé) pour des réchauffements de l'ordre de 0-4 °C.

Les changements climatiques pourraient aggraver ces effets (*degré de confiance très élevé*). La vulnérabilité aux changements climatiques en Europe diffère de façon importante d'une sous-région à l'autre. L'Europe méridionale et l'Europe arctique sont plus vulnérables que d'autres parties de l'Europe. Certaines zones plus marginales ou moins riches s'adapteront moins facilement, ce qui entraîne des conséquences importantes sur le plan de l'équité (*degré de confiance très élevé*). Les résultats du TAR qui se rapportent aux vulnérabilités clés en Europe sont largement cohérents avec ceux révélés dans le *Rapport spécial du GIEC sur les incidences de l'évolution du climat dans les régions* et le SAR, mais ils sont plus spécifiques au sujet des effets sous-régionaux et comprennent des informations sur les capacités d'adaptation. [13.1.1, 13.1.4, 13.4]

5.4.1 Ressources en eau

En Europe, les ressources en eau et leur gestion sont actuellement soumises à des pressions et ces dernières devraient être accentuées par les changements climatiques (*degré de confiance élevé*). Les

risques d'inondation vont probablement augmenter dans la plus grande partie de l'Europe – sauf là où les pics de fonte de neige ont diminué – et le risque de pénurie d'eau devrait s'accroître, surtout en Europe méridionale (*degré de confiance moyen à élevé*). Les changements climatiques vont probablement élargir les écarts dans les ressources en eau entre l'Europe méridionale et septentrionale (*degré élevé de confiance*). La moitié des glaciers alpins d'Europe pourraient disparaître d'ici la fin du XXI^e siècle. [13.2.1]

5.4.2 Ecosystèmes

Les écosystèmes naturels changeront en raison des hausses de températures et de concentrations atmosphériques de CO₂. Le pergélisol diminuera, les arbres et les arbustes envahiront la toundra du nord; et les feuillus pourraient gagner du terrain dans les zones de conifères actuelles. La productivité primaire nette des écosystèmes va sans doute augmenter (en raison du dépôt d'azote), mais la hausse de la décomposition provoquée par les élévations de températures pourrait empêcher tout stockage supplémentaire de carbone. La diversité des réserves naturelles est menacée par les changements rapides. Les pertes d'habitats importants (terres humides, toundra et habitats isolés) pourraient mettre en péril certaines espèces (y compris des espèces rares/endémiques et des oiseaux migrateurs). Des déplacements d'animaux dus à la modification du milieu naturel sont prévus dans les écosystèmes marins, aquatiques et terrestres (degré de confiance élevé, établi mais incomplet). [13.2.1.4, 13.2.2.1, 13.2.2.3-5]

Les propriétés du sol vont se détériorer selon des scénarios de climats plus chauds et plus secs en Europe méridionale. L'ampleur de cet effet variera nettement d'un lieu à l'autre et pourrait être modifié par l'évolution des précipitations (*degré de confiance moyen; établi mais incomplet*). [13.2.1.2]

Dans les régions montagneuses, les températures plus élevées entraîneront un déplacement vers le haut des zones biotiques. Il y aura une redistribution des espèces, et dans certains cas, une menace d'extinction (*degré de confiance élevé*). [13.2.1.4]

Les récoltes de bois vont augmenter dans les forêts commerciales d'Europe du Nord (*degré de confiance moyen, établi mais incomplet*), même si les parasites et les maladies pourraient s'accroître. Des diminutions sont probables dans la région méditerranéenne, avec des risques croissants de sécheresse et d'incendies (*degré de confiance élevé, bien établi*). [13.2.2.1]

5.4.3 Agriculture et sécurité alimentaire

Les rendements agricoles vont augmenter dans la plupart des cultures en raison de la hausse des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère. Cet accroissement des rendements pourrait être atténué par le risque de pénurie d'eau en Europe méridionale et septentrionale et par le raccourcissement de la durée de croissance de nombreuses céréales à cause de la hausse des températures. L'Europe du Nord va probablement connaître des effets bénéfiques dans l'ensemble, tandis que certains systèmes de production agricole d'Europe méridionale pourraient être menacés (degré de confiance moyen, établi mais incomplet).

Les changements climatiques affectant la productivité aquicole et le secteur de la pêche entraîneront des déplacements fauniques touchant les poissons marins et d'eau douce et la diversité biologique des crustacés et coquillages. Ces changements seront aggravés par des niveaux d'exploitation non durables et par des modifications de l'environnement (*degré élevé de confiance*).

5.4.4 Etablissements humains et services financiers

Le secteur des assurances fait face à des effets climatiques potentiellement coûteux liés aux dégâts matériels, mais de nombreuses mesures d'adaptation peuvent être appliquées si l'on réagit rapidement (*degré élevé de confiance*). Dans les secteurs des transports, de l'énergie et autres, on observera une demande et des débouchés fluctuants.

La concentration d'industries sur la côte les expose à l'élévation du niveau de la mer et aux événements extrêmes, ce qui nécessitera une protection ou un retrait (*degré élevé de confiance*). [13.2.4]

En matière de loisirs, les préférences vont probablement changer avec les hausses de températures. Les vagues de chaleur vont probablement réduire la demande estivale pour les destinations vacances en Méditerranée. Les conditions de neige moins fiables auront des effets néfastes sur le tourisme d'hiver (*degré de confiance moyen*). [13.2.4.4]

Le risque d'inondation, d'érosion et de perte de terres humides dans les zones côtières, augmentera nettement, et il aura des conséquences sur les établissements humains, l'industrie, le tourisme, l'agriculture et les habitats côtiers naturels. L'Europe méridionale semble plus vulnérable à ces changements, même si la côte de la Mer du Nord est déjà exposée à des inondations (*degré élevé de confiance*). Le tableau TS 10 donne des estimations d'exposition aux inondations et de risques pour les côtes européennes. [13.2.1.3]

5.4.5 Santé humaine

Un ensemble de risques menacent la santé humaine à cause de l'exposition accrue aux vagues de chaleur (accentuées par la pollution atmosphérique dans les villes), à certaines maladies à transmission vectorielle et aux inondations côtières ou fluviales. [13.2.5]

5.4.6 Capacité d'adaptation

Le potentiel d'adaptation des systèmes socio-économiques en Europe est relativement élevé grâce à la situation économique [PNB élevé et croissance stable], à la stabilité de la population (qui à la capacité de se déplacer à l'intérieur d'une même région) et aux systèmes de soutien politiques, institutionnels et technologiques bien développés. Il est toutefois généralement bas dans le cas des systèmes naturels (*degré de confiance très élevé*). [13.3]

5.5 Amérique latine

La variabilité climatique a été amplement observée partout en Amérique latine à une échelle de temps très étendue (intrasaisonnaire à long terme). Dans de nombreuses sous-régions, cette

Tableau TS 10 : Estimations de l'exposition aux inondations et des effets sur les côtes européennes en 1990 et dans les années 2080. Les estimations de l'incidence des inondations sont très sensibles à la norme de protection supposée et devraient être interprétées à titre indicatif seulement (sauf ex-Union soviétique).

Région	Incidences des inondations		
	1990 Population exposée (millions)	1990 Nombre moyen de personnes victimes des inondations (milliers par an)	Années 2080 Augmentation due à l'élévation du niveau de la mer, en supposant l'absence d'adaptation (%)
Côte atlantique	19,0	19	50 à 9 000
Côte baltique	1,4	1	0 à 3 000
Côte méditerranéenne	4,1	3	

variabilité est habituellement associée à des phénomènes qui produisent déjà des effets avec d'importantes conséquences socio-économiques et environnementales qui pourraient être accentuées par le réchauffement mondial et les changements climatiques et météorologiques associés.

Les variations de précipitations ont un effet important sur l'écoulement et les débits fluviaux, qui sont affectés simultanément par la fonte des glaciers et de la neige. Ces variations et leur manifestation dépendent de la sous-région géographique examinée. En Amérique latine, les températures varient aussi d'une sous-région à l'autre. Bien que celles-ci peuvent dépendre de l'origine et de la qualité des données ainsi que des périodes de relevés utilisées pour les études et les analyses, certaines pourraient être attribuées à une condition de changement climatique (*degré de confiance faible*). [14.1.2.1]

Le phénomène ENSO est responsable d'une grande partie de la variabilité climatique aux échelles interannuelles en Amérique latine (*degré de confiance élevé*). La région est vulnérable à *El Niño*, avec des effets qui varient dans tout le continent. Par exemple, *El Niño* est associé aux conditions sèches qui sévissent dans le nord-est du Brésil, le nord de l'Amazonie, l'Altiplano péruvien et bolivien et la côte pacifique de l'Amérique centrale. Au Mexique, les sécheresses les plus graves des dernières décennies ont eu lieu pendant les années *El Niño*, tandis que le sud du Brésil et le nord-ouest du Pérou ont connu des conditions anormalement humides. *El Niño* est associée à de fortes précipitations et à des inondations en Colombie, mais aussi à la sécheresse dans le sud du Brésil. Si les phénomènes *El Niño* ou *El Niño* devaient s'intensifier, l'Amérique latine serait exposée plus souvent à ces conditions. [14.1.2]

Certaines sous-régions d'Amérique latine subissent fréquemment des événements extrêmes et ces combinaisons extraordinaires de conditions climatiques et hydrologiques ont déjà produit des catastrophes en Amérique latine. Les cyclones tropicaux associés à de fortes pluies, des inondations et des glissements de terrain sont très courants en Amérique centrale et dans le sud du Mexique. Dans le nord-ouest de l'Amérique du Sud et dans le nord-est du Brésil, la plupart des phénomènes extrêmes qui se produisent sont directement reliés à *El Niño*. [14.1.2]

5.5.1 Ressources en eau

Il est bien établi que les glaciers d'Amérique latine ont diminué ces dernières décennies. Le réchauffement qui a lieu dans les régions de haute montagne pourrait faire disparaître des quantités importantes de neige et de glace (*degré de confiance moyen*), ce qui pourrait affecter les activités de sports et de tourisme en montagne. Comme ces régions contribuent à l'écoulement fluvial, cette tendance réduirait également la disponibilité de l'eau pour l'irrigation, l'énergie hydroélectrique et la navigation. [14.2.4]

5.5.2 Ecosystèmes

Il est bien établi que l'Amérique latine représente l'une des plus importantes concentrations de diversité biologique du globe et que l'incidence des changements climatiques va sans doute augmenter le risque de réduction de cette diversité biologique (*degré de confiance élevé*). La diminution du nombre de grenouilles et de petits mammifères en Amérique centrale peut être associée à des changements climatiques régionaux. Ce qui reste de la forêt amazonienne est menacé par la combinaison de perturbations d'origine humaine, l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des incendies, et les baisses de précipitations dues à des pertes d'évapotranspiration, au réchauffement du globe et à *El Niño*. En Mésio-Amérique, les forêts néotropicales à sécheresse saisonnière devraient être considérées comme très menacées.

La mortalité des arbres augmente en raison des conditions de sécheresse qui dominent dans les lisières nouvellement formées des forêts de l'Amazonie. Ces lisières, qui affectent une portion croissante de la forêt en raison de déforestations massives, pourraient être particulièrement exposées aux effets de la diminution des pluies. Au Mexique, environ 50 pour cent des forêts tropicales à feuilles caduques seraient touchées. Les pluies abondantes de l'épisode ENSO 1997-1998 ont généré des changements draconiens dans les écosystèmes secs de la zone côtière du nord du Pérou. Le réchauffement du globe étendrait la zone adaptée aux forêts tropicales comme types de végétation d'équilibre. Toutefois, les facteurs qui provoquent la déforestation font qu'il est peu probable que les forêts tropicales puissent occuper ces

zones plus vastes. Les changements d'utilisation des terres interagissent avec le climat par des processus de rétroaction positive qui accélèrent les pertes de forêts tropicales humides. [14.2.1]

5.5.3 Elévation du niveau de la mer

L'élévation du niveau de la mer affectera les écosystèmes des mangroves en éliminant leurs habitats actuels et en créant des zones inondées par les marées vers lesquelles certaines espèces de mangrove pourraient se déplacer. Cela pourrait également toucher la pêche parce que la plupart des crustacés, coquillages et poissons les plus commercialisés utilisent les mangroves comme refuge et lieu de reproduction. Les inondations côtières associées à l'élévation du niveau de la mer et les inondations fluviales et des basses terres pourraient affecter la disponibilité de l'eau et les terres agricoles, accentuant ainsi les problèmes socio-économiques et sanitaires dans ces zones. [14.2.3]

5.5.4 Agriculture

Les études menées en Argentine, au Brésil, au Chili, au Mexique et en Uruguay – fondées sur les modèles des cultures et les modèles de la circulation générale (MCG) – prévoient des rendements moindres pour de nombreuses cultures (maïs, blé, orge, raisin, etc.), même quand les effets directs de fertilisation du CO₂ et la mise en œuvre de mesures d'adaptation modérées dans les exploitations agricoles sont pris en considération (degré de confiance élevé). Les hausses de températures prévues réduiront les rendements des cultures dans la région en raccourcissant le cycle des récoltes. Ces 40 dernières années, la contribution de l'agriculture au PIB des pays d'Amérique latine a été de l'ordre de 10 pour cent. L'agriculture demeure un secteur clé dans l'économie régionale parce qu'elle emploie 30-40 pour cent de la population active. Elle est également essentielle à la sécurité alimentaire des classes les plus défavorisées de la population. L'agriculture de subsistance pourrait être sévèrement menacée dans certaines parties de l'Amérique latine, notamment dans le nord-est du Brésil.

Il est établi mais de façon incomplète que les changements climatiques pourraient réduire les rendements sylvicoles parce que le manque d'eau limite souvent la croissance des végétaux pendant la saison sèche, qui devrait se prolonger et devenir plus intense dans de nombreuses parties de l'Amérique latine. Le tableau TS 11 résume les études menées dans la région sur différentes cultures et conditions de gestion, dans tous les cas sans irrigation. La plupart de ces résultats prévoient des effets négatifs, surtout pour le maïs. [14.2.2]

5.5.5 Santé humaine

En Amérique latine, l'ampleur de l'incidence des changements climatiques sur la santé dépendrait surtout de la taille, de la densité, du lieu et de la richesse des populations. L'exposition aux vagues de chaleur ou de froid a des effets sur les taux de mortalité dans les groupes à risque de la région (degré de confiance moyen). Les hausses de températures affecteraient la santé humaine dans les villes polluées telles que Mexico et Santiago, au Chili. Il est bien établi que le phénomène ENSO provoque des

modifications dans les populations vecteurs de maladies et l'incidence des maladies d'origine hydrique au Brésil, au Pérou, en Bolivie, en Argentine et au Venezuela. Les études menées au Pérou et à Cuba indiquent que les augmentations de température et de précipitation changeraient la répartition géographique des maladies infectieuses, comme le choléra et la méningite (*degré de confiance élevé*), même si l'on peut se demander quelles modifications se produiraient dans les différents lieux. Il est bien établi que les phénomènes extrêmes ont tendance à accroître les taux de mortalité et de morbidité (blessures, maladies infectieuses, problèmes sociaux et dommages à l'infrastructure sanitaire), tel qu'on a pu le voir en Amérique centrale avec l'Ouragan *Mitch* en 1998, les pluies abondantes au Mexique et au Venezuela en 1999 ainsi qu'au Chili et en Argentine en 2000. [14.2.5]

5.6 Amérique du Nord

L'Amérique du Nord sera soumise à des effets climatiques à la fois bénéfiques et néfastes (degré de confiance élevé). Les répercussions variées sur les écosystèmes et les établissements humains accentueront les différences sous-régionales au niveau de la production de ressources sensibles au climat ainsi que de la vulnérabilité aux événements extrêmes. On observera des opportunités et des défis à l'adaptation, comportant fréquemment de multiples stress (tableau TS 12). Certaines stratégies d'adaptation novatrices sont mises à l'épreuve en réaction aux défis actuels liés au climat (banques de l'eau, par exemple), mais on a peu étudié comment ces stratégies pourraient être mises en œuvre alors que les climats régionaux continuent à se modifier. La modification des régimes de températures, de précipitations, de vecteurs de maladies et de disponibilité des ressources en eau nécessiteront des mesures d'adaptation, notamment des investissements dans l'infrastructure de protection contre les tempêtes et d'approvisionnement en eau, ainsi que dans les services de santé communautaires. [15.3.2, 15.4]

5.6.1 Population et infrastructure urbaine

Les changements potentiels de fréquence, de gravité et de durée des événements extrêmes font partie des risques les plus importants associés aux changements climatiques en Amérique du Nord. Les effets potentiels de l'évolution du climat sur les villes comprennent moins de périodes hivernales de froid intense; plus de vagues de chaleur extrême, l'élévation du niveau de la mer, des risques d'ondes de tempête, ainsi que des changements au niveau de la fréquence, de la gravité et du moment des inondations associées aux tempêtes et précipitations extrêmes. Ces phénomènes, en particulier l'augmentation des vagues de chaleur et les changements touchant les événements extrêmes, seront accompagnés des incidences sur la santé.

Les communautés peuvent réduire leur vulnérabilité aux effets néfastes au moyen d'investissements dans une infrastructure d'adaptation pouvant être coûteuse. Les populations rurales, pauvres et autochtones pourront ne pas disposer de l'argent nécessaire. De plus, les décisions d'investissement dans l'infrastructure sont fondées sur une variété des besoins non liés à l'évolution du climat, notamment la croissance démographique et le vieillissement des systèmes existants. [15.2.5]

Tableau TS 11 : Evaluation des effets des changements climatiques sur les récoltes annuelles en Amérique latine

Etude ^a	Scénarios climatiques	Lieux	Cultures	Effet sur les rendements (%)
Downing, 1992	+ 3 °C -25 % précipitations	Norte Chico, Chili	Blé Maïs Pomme de terre Raisin	Diminution Augmentation Augmentation Diminution
Baethgen, 1994	GISS, GFDL, UKMO	Uruguay	Blé Orge	-30 -40 à -30
De Siqueira <i>et al.</i> , 1994	GISS, GFDL, UKMO	Brésil	Blé Maïs Soja	-50 à -15 -25 à -2 -10 à +40
Liverman et O'Brien, 1991	GDFL, GISS	Tlaltizapan, Mexique	Maïs	-20 -24 -61
Liverman <i>et al.</i> , 1994	GISS, GFDL, UKMO	Mexique	Maïs	-61 à -6
Sala et Paruelo, 1994	GISS, GFDL, UKMO	Argentine	Maïs	-36 à -17
Baeghten et Magrin, 1995	UKMO	Argentine Uruguay (9 sites)	Blé	-5 à -10
Conde <i>et al.</i> , 1997a	CCCM, GDFL	Mexique (7 sites)	Maïs	Augmentation- diminution
Magrin <i>et al.</i> , 1997a	GISS, UKMO, GDFL, MPI	Argentine (43 sites)	Maïs Blé Tournesol Soja	-16 à +2 -8 à +7 -8 à +13 -22 à +21
Hofstadter <i>et al.</i> , 1997	Incrémentiel	Uruguay	Orge Maïs	-10 ^b -8 à +5 ^c -15 ^d -13 à +10 ^c

^a Voir la liste de référence du Chapitre 14 pour obtenir des informations complètes

^b Avec une hausse de 1 °C

^c Evolution des précipitations de -20 à +20 %

^d Avec une hausse de 2 °C

5.6.2 Ressources en eau et écosystèmes aquatiques

L'incertitude touchant l'évolution des précipitations fait que l'on s'entend mal sur les modifications de l'écoulement annuel total en Amérique du Nord. Les modèles des effets des hausses de températures sur l'évaporation des lacs montrent des projections cohérentes d'abaissement du niveau et des débits sortants pour la voie maritime des Grands Lacs et du Saint-Laurent, selon la plupart des scénarios (*degré de confiance moyen*). L'incidence croissante des fortes précipitations entraînera une augmentation des charges, dans les cours d'eau, de sédiments et de polluants provenant de sources non ponctuelles (*degré de confiance moyen*). De plus, dans les régions où la fonte saisonnière de la neige représente un aspect important du régime hydrologique annuel (Californie, bassin du fleuve Columbia, etc.), les températures plus chaudes vont probablement entraîner

une modification saisonnière de l'écoulement, avec une proportion plus importante de l'écoulement total en hiver, et des réductions possibles des débits estivaux (*degré élevé de confiance*). Ceci pourrait avoir des répercussions néfastes sur la disponibilité et la qualité de l'eau pour les utilisations à l'intérieur et à l'extérieur des cours d'eau en été (*degré de confiance moyen*). La figure TS 8 montre les impacts éventuels. [15.2.1]

Les mesures d'adaptation à ces changements d'écoulement saisonnier comprennent la modification de la gestion des sources artificielles de stockage de l'eau, l'augmentation de l'importance de la gestion coordonnée des approvisionnements en eau souterraine et superficielle, et les transferts volontaires d'eau entre divers utilisateurs. Ces mesures pourraient réduire les effets de la diminution des débits estivaux sur les utilisateurs d'eau, mais il pourrait être difficile,

Tableau TS 12 : Adaptation aux changements climatiques dans les sous-régions nord-américaines. Certains aspects propres à certaines sous-régions sont également indiqués.

Sous-régions nord-américaines	Contexte de développement	Options d'adaptation aux changements climatiques et défis
La plupart ou toutes les sous-régions	<ul style="list-style-type: none"> – Evolution des marchés des produits de base – Développement intensif des ressources en eau dans de vastes zones – nationales et transfrontières – Accords longue durée sur les droits/revendications territoriales/traités – nationaux et transfrontières – Expansion urbaine – Expansion des transports 	<ul style="list-style-type: none"> – Rôle des marchés de l'eau/de l'environnement – Evolution de la conception et de l'utilisation des réseaux d'eau et d'énergie – Nouvelles technologies/pratiques en agriculture et en foresterie – Protection des écosystèmes menacés ou adaptation à de nouveaux paysages – Importance croissante du tourisme d'été (temps chaud) – Risques pour la qualité de l'eau causés par les phénomènes extrêmes – Gestion de la santé de la communauté en fonction de l'évolution des facteurs de risque – Rôles changeants de l'aide publique en cas d'urgence et de l'assurance privée
Frontière arctique	<ul style="list-style-type: none"> – Réseau de transport en hiver – Modes de vie autochtones 	<ul style="list-style-type: none"> – Conception en fonction du changement des conditions du pergélisol et de la glace – Rôle des deux économies et des organes de co-gestion
Régions côtières	<ul style="list-style-type: none"> – Déclin de certaines ressources marines commerciales (morue, saumon) – Développement intensif des zones côtières 	<ul style="list-style-type: none"> – Aquaculture, protection des habitats, réduction des flottes – Aménagement des zones côtières à forte demande
Grands Lacs	<ul style="list-style-type: none"> – Sensibilité aux fluctuations du niveau des lacs 	<ul style="list-style-type: none"> – Gestion de la réduction des niveaux moyens sans augmentation de l'empiétement des rives

voire impossible de compenser les répercussions néfastes sur de nombreux systèmes aquatiques, et il pourrait être impossible de continuer à procurer les niveaux actuels de fiabilité et de qualité à tous les utilisateurs. Certaines régions (dont l'Ouest des Etats-Unis) vont probablement connaître des transferts croissants de ressources en eau des cultures irriguées vers des utilisations urbaines et à valeur relativement élevée. Ces ré-affectations soulèveront des questions de priorité sociale et occasionneront des coûts d'ajustement qui varieront selon les institutions en place.

5.6.3 Pêche en mer

On reconnaît aujourd'hui que les variations des environnements marins/côtières liées à l'évolution du climat jouent un rôle important pour déterminer la productivité de plusieurs zones de pêche nord-américaines dans le Pacifique, l'Atlantique Nord, la mer de Béring et le Golfe du Mexique. Il existe des liens complexes entre les

variations climatiques et les changements dans les processus qui influencent la productivité et la répartition spatiale des populations de poissons marins (*degré élevé de confiance*), ainsi que des incertitudes associées aux futurs systèmes de pêche commerciale. L'expérience récente avec le saumon du Pacifique et la morue de l'Atlantique suggère que la gestion durable de la pêche nécessitera la fourniture rapide d'informations scientifiques exactes sur les conditions environnementales touchant les stocks de poissons, ainsi qu'une souplesse institutionnelle et opérationnelle permettant de réagir sans tarder à ces informations. [15.2.3.3]

5.6.4 Agriculture

Des changements climatiques légers à modérés ne mettront pas en péril la production de nourriture et de fibres (degré de confiance élevé). Il y aura de forts effets sur la production régionale, et certaines régions subiront des pertes importantes d'avantages par rapport à

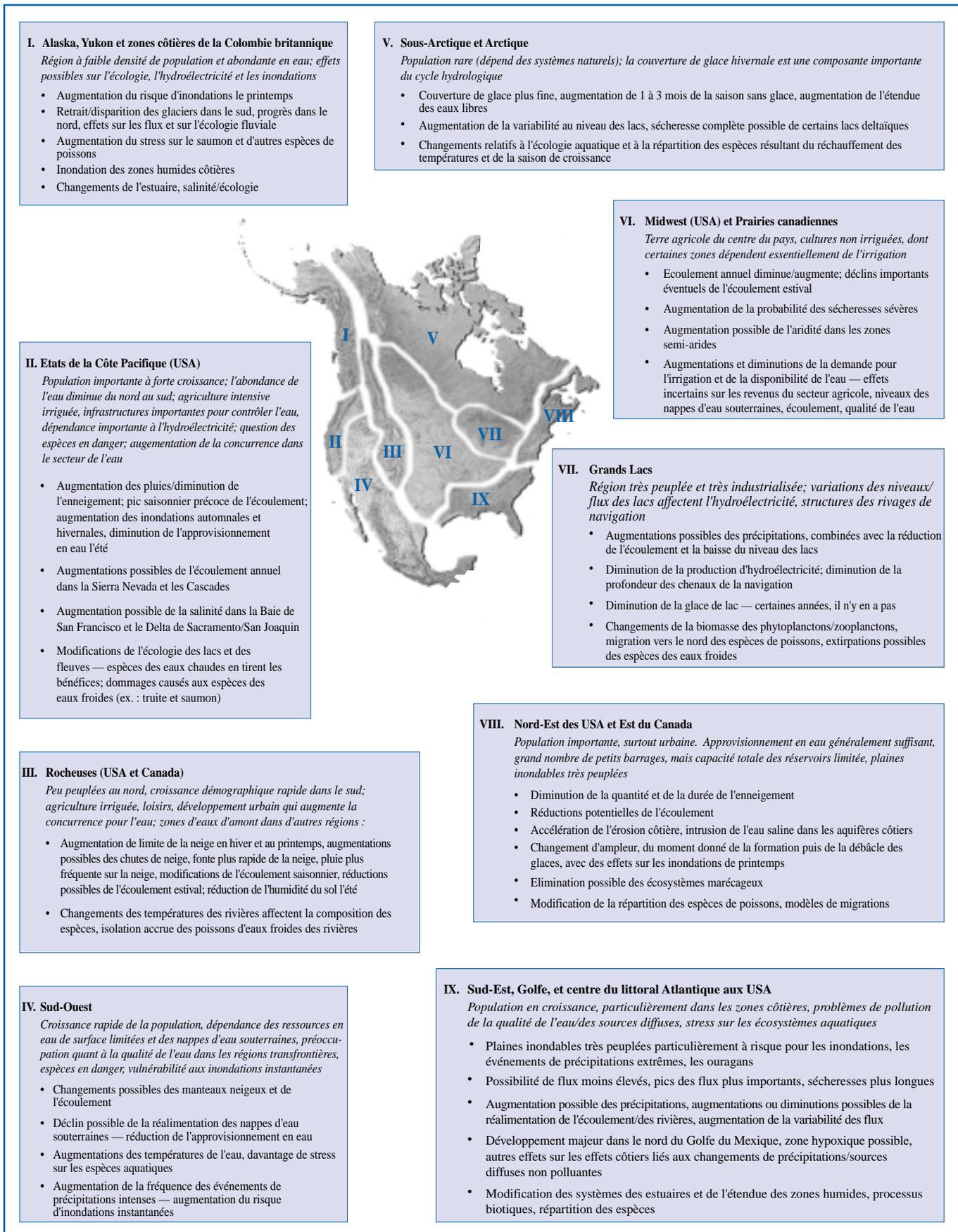


Figure TS 8 : Incidences possibles sur les ressources en eau en Amérique du Nord

d'autres régions (*degré de confiance élevé*). Dans l'ensemble, cela entraînera un effet net réduit. Le bien-être des consommateurs et des producteurs augmenterait avec un léger réchauffement. Cependant, cet avantage s'atténuerait à une vitesse croissante, pour devenir éventuellement une perte nette, avec un plus grand réchauffement. Il y a un potentiel de sécheresse accrue dans les Grandes Plaines des États-Unis et les Prairies canadiennes et de déplacement limité vers le nord des zones de production au Canada.

L'augmentation de la production due aux effets physiologiques directs du CO₂ et les ajustements au niveau des exploitations et des marchés agricoles (comportementaux, économiques et institutionnels) devraient compenser les pertes. Les études économiques qui englobent ces ajustements indiquent que les effets néfastes des changements climatiques sur l'agriculture ont été surestimés par les études qui n'en tiennent pas compte (*degré de confiance moyen*). Toutefois, la capacité des agriculteurs à adapter leurs choix en matière d'intrants et d'extrants est difficile à prévoir et dépendra des signaux donnés par les marchés et les institutions. [15.2.3.1]

5.6.5 Forêts et zones protégées

On prévoit que les changements climatiques accroîtront l'étendue et la productivité des forêts au cours des 50-100 prochaines années (degré de confiance moyen). Ils entraîneront probablement aussi des modifications de la nature et de l'ampleur de certains facteurs de perturbation (par exemple, incendies, invasions d'insectes) (*degré de confiance moyen*). Les scénarios de changements climatiques extrêmes ou à long terme indiquent l'éventualité d'un déclin forestier généralisé (*degré de confiance faible*).

Il y a de fortes chances que l'on assiste à des pertes de types spécifiques d'écosystèmes – tels que les zones alpines élevées et les terres humides côtières (par exemple les marais salés) et intérieures (par exemple les cuvettes des prairies) (degré de confiance élevé). Il existe des possibilités modérées d'adaptation pour prévenir ces pertes par la mise sur pied de programmes de conservation permettant d'identifier et de protéger les écosystèmes particulièrement menacés. Les terres aménagées pour la production de bois seront probablement moins sensibles aux changements climatiques que les forêts qui ne le sont pas en raison du potentiel de la gestion adaptative.

5.6.6 Santé humaine

Les maladies à transmission vectorielle, y compris le paludisme et la dengue, pourraient s'étendre aux États-Unis et se développer au Canada. La maladie de Lyme transmise par la tique pourrait aussi se propager au Canada. Toutefois, les facteurs socio-économiques, comme les mesures de santé publique, joueront un rôle déterminant dans l'existence et l'étendue de ces infections. Les maladies associées à l'eau pourraient augmenter avec le réchauffement des températures de l'eau et de l'air, combiné à des écoulements importants provenant des surfaces agricoles et urbaines. La fréquence croissante des orages convectifs pourrait entraîner plus de cas d'asthme liés aux orages. [15.2.4]

5.6.7 Systèmes d'assurance publics et privés

Les pertes dues aux catastrophes naturelles corrigées pour tenir compte de l'inflation ont été multipliées par huit en Amérique du Nord au cours des trois dernières décennies (*degré de confiance élevé*). Les risques et les surplus des assureurs privés (en particulier les assureurs sur les biens) et des réassureurs augmentent, et des pertes de profit et des insolvabilités liées au climat ont été observées. En Amérique du Nord, les pertes assurées (59 pour cent du total mondial) s'accroissent avec la richesse et à mesure que les populations s'installent dans des zones vulnérables. La vulnérabilité des assureurs à ces changements varie considérablement selon la région.

Des phénomènes extrêmes récents ont entraîné diverses réactions des assureurs, y compris une attention accrue aux codes du bâtiment et à la prévention des catastrophes. Traditionnellement, les pratiques des assureurs étaient surtout basées sur la connaissance du climat passé. Ce n'est que récemment qu'ils ont commencé à utiliser des modèles afin de prévoir les pertes futures associées au climat, tant le potentiel de surprise est réel. Les gouvernements jouent un rôle clé en tant qu'assureurs ou fournisseurs de secours aux sinistrés, particulièrement dans les cas où le secteur privé estime que les risques sont inassurables. [15.2.7]

5.7 Régions polaires

L'évolution du climat dans la région polaire devrait être l'une des plus accentuée du globe. Les données du XX^e siècle concernant l'Arctique montrent une tendance au réchauffement d'au moins 5°C sur de grands territoires (degré élevé de confiance), tandis que les précipitations ont augmenté (degré de confiance faible). Il existe certaines zones de refroidissement dans l'est du Canada. L'étendue de la glace de mer a diminué de 2,9 pour cent par décennie et son épaisseur s'est réduite au cours de la période 1978-1996 (*degré élevé de confiance*). On a observé une baisse statistiquement significative de l'étendue de la neige de printemps en Eurasie depuis 1915 (*degré élevé de confiance*). La zone de pergélisol a été réduite et s'est réchauffée (*degré très élevé de confiance*). La couche de dégel saisonnier a gagné de la profondeur à certains endroits, et de nouvelles zones de fonte importante de pergélisol se sont développées. En Antarctique, on peut constater un réchauffement marqué de la péninsule, avec une perte spectaculaire des plates-formes de glace (*degré de confiance élevé*). L'étendue de la végétation terrestre supérieure augmente dans la péninsule (*degré de confiance très élevé*). Ailleurs, le réchauffement est moins définitif. Il n'y a pas eu de changement significatif de la glace de mer antarctique depuis 1973, même si celle-ci a apparemment reculé de plus de 3° de latitude entre le milieu des années 50 et le début des années 70 (*degré de confiance moyen*). [16.1.3.2.]

L'Arctique est extrêmement vulnérable aux changements climatiques et des incidences physiques, écologiques et économiques majeures devraient être observées rapidement. Une variété de mécanismes de rétroaction entraînera une réponse amplifiée, avec des effets sur d'autres systèmes et populations. Il y aura des compositions d'espèces différentes sur la terre et sur la mer, des déplacements vers le pôle de regroupements d'espèces et de graves

perturbations pour les communautés vivant de manière traditionnelle. Dans les zones développées de l'Arctique et celles où le pergélisol est riche en glace, on devra accorder une attention spéciale à l'atténuation des effets néfastes de la fonte, comme les sérieux dommages causés aux constructions et à l'infrastructure de transport (*degré de confiance très élevé*). Le réchauffement climatique aura également des conséquences bénéfiques, notamment la réduction de la demande d'énergie pour le chauffage. La réduction substantielle de la glace de mer dans l'océan arctique sera favorable à l'ouverture de routes maritimes et à l'écotourisme, qui pourraient avoir un impact déterminant pour les communautés locales sur le plan commercial. [16.2.5.3, 16.2.7.1, 16.2.8.1, 16.2.8.2]

Dans l'Antarctique, les changements climatiques prévus entraîneront des effets qui surviendront lentement (degré de confiance élevé). Comme les incidences s'étendront sur une longue période, elles se poursuivront longtemps après que les émissions de GES se soient stabilisées. Par exemple, il y aura des répercussions lentes mais constantes sur les glaciers continentaux et les régimes de circulation de l'océan mondial, qui seront irréversibles pendant de nombreux siècles à venir et qui provoqueront des changements ailleurs dans le monde, notamment une élévation du niveau de la mer. On s'attend à davantage de pertes de glacier continental dans la péninsule antarctique. Les températures plus élevées et la diminution de l'étendue de la glace de mer vont probablement produire des modifications à long terme de l'océanographie physique et de l'écologie de l'océan austral, avec une activité biologique accrue et une augmentation du taux de développement des poissons. [16.2.3.4, 16.2.4.2]

Les régions polaires contiennent d'importants facteurs de changements climatiques. L'absorption de carbone par l'océan Austral devrait diminuer en raison de processus physiques et biologiques complexes. On s'attend à ce que les émissions de GES provenant de la toundra et causées par la modification de la teneur en eau, la décomposition de la tourbe exposée et la fonte du pergélisol s'intensifient. La diminution de l'étendue de la couverture de neige et de glace hautement réfléchissante amplifiera le réchauffement (*degré très élevé de confiance*). Le rafraîchissement des eaux dû à l'écoulement accru et à l'augmentation des pluies dans l'Arctique, la fonte des glaciers continentaux dans l'Antarctique et la diminution de la formation de glaces de mer ralentiront les circulations thermohalines de l'Atlantique Nord et de l'océan Austral et réduiront la ventilation des eaux océaniques profondes. [16.3.1]

L'adaptation aux changements climatiques se produira dans les écosystèmes polaires naturels, principalement par la migration et les mélanges d'espèces. Certaines espèces pourraient devenir menacées (par exemple morses, phoques et ours polaires), tandis que d'autres pourraient se développer davantage (par exemple caribous et poissons). Bien que ces changements pourraient perturber de nombreux systèmes écologiques locaux et des espèces particulières, ils pourraient aussi augmenter la productivité générale des systèmes naturels dans les régions polaires. [16.3.2]

Pour les communautés autochtones qui suivent un mode de vie traditionnel, les possibilités d'adaptation aux changements climatiques sont limitées (degré de confiance très élevé). Les changements touchant les glaces de mer, le caractère saisonnier

de la neige, les habitats et la diversité des espèces alimentaires affecteront les pratiques de chasse et de cueillette et pourraient donc menacer les traditions et les modes de vie ancestraux. Les populations développées sur le plan de la technologie devraient probablement s'adapter assez facilement aux changements climatiques en adoptant des modes de transport différents et en augmentant leurs investissements pour tirer parti des nouvelles possibilités commerciales et économiques. [16.3.2]

5.8 Petits Etats insulaires

Les changements climatiques et l'élévation du niveau de la mer représentent une menace sérieuse pour les petits Etats insulaires disséminés dans les océans Pacifique, Indien et Atlantique et dans la mer des Antilles et la Méditerranée. Les principales caractéristiques qui augmentent la vulnérabilité de ces Etats sont leur dimension limitée par rapport à l'immensité de l'océan; des ressources naturelles limitées; un isolement relatif; l'ouverture extrême propre aux petites économies qui sont très sensibles aux chocs externes et très sujettes aux catastrophes naturelles et à d'autres événements extrêmes; une croissance démographique rapide avec de fortes densités; une infrastructure peu développée; et des ressources humaines, des compétences et des fonds limités. Ces caractéristiques limitent la capacité des petits Etats insulaires à atténuer les effets des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer et à s'y adapter. [17.1.2]

De nombreux petits Etats insulaires subissent déjà l'incidence des variations interannuelles importantes actuelles sur les conditions océaniques et atmosphériques. Les conséquences les plus déterminantes et les plus immédiates devraient probablement être liées aux régimes de précipitations, bilans d'humidité des sols, vents dominants (vitesse et direction), variations à court terme des niveaux de la mer régionaux et locaux et configuration de l'action des vagues. Ces changements sont manifestes dans les tendances passées et présentes du climat et de la variabilité climatique, avec une hausse des températures moyennes allant jusqu'à 0,1 °C par décennie et une élévation du niveau de la mer de 2 mm/an dans les régions océaniques tropicales dans lesquelles se trouvent la plupart des petits Etats insulaires. L'analyse des données d'observation de ces diverses régions indique que l'augmentation de la température de l'air à la surface a été plus importante que les taux de réchauffement du globe, en particulier dans l'océan Pacifique et la mer des Antilles. Une grande partie de la variabilité des relevés de pluviosité dans les îles du Pacifique et des Antilles semble étroitement liée à l'apparition du phénomène ENSO. Toutefois, cette variabilité pourrait également être attribuable aux déplacements de la zone de convergence intertropicale et du Pacifique Sud, dont l'influence sur les régimes de variabilité des pluies devrait être mieux comprise. L'interprétation des tendances actuelles de l'élévation du niveau de la mer est également gênée par les limites des relevés d'observation, notamment ceux des marégraphes géodésiques. [17.1.3]

5.8.1 Equité et développement durable

Bien que la contribution des petits Etats insulaires aux émissions mondiales de GES soit minime, ceux-ci devraient être très touchés

par les incidences prévues de l'évolution du climat et de l'élévation du niveau de la mer. Les effets seront ressentis par de nombreuses générations parce que ces Etats possèdent de faibles capacités d'adaptation, une grande sensibilité aux chocs externes et une vulnérabilité élevée aux catastrophes naturelles. Dans la plupart des cas, il leur sera extrêmement difficile de s'adapter de manière durable à ces conditions changeantes. [17.2.1]

5.8.2 Zones côtières

La plupart des changements côtiers actuellement subis par les petits Etats insulaires sont attribués aux activités humaines. L'élévation du niveau de la mer de 5 mm an^{-1} au cours des 100 prochaines années, combinée aux développements futurs sur les côtes, aura des effets néfastes sur le littoral (degré élevé de confiance). Cela accroîtra la vulnérabilité des environnements côtiers en réduisant la résistance naturelle et en haussant les coûts d'adaptation. Etant donné que le degré de gravité des répercussions variera d'une région à l'autre, la question la plus déterminante pour certains petits Etats insulaires sera d'établir s'ils sont en mesure de s'adapter à l'élévation du niveau de la mer à l'intérieur de leurs frontières nationales. [17.2.2.1, 17.2.3]

5.8.3. Ecosystèmes et diversité biologique

Les changements climatiques et l'élévation du niveau de la mer affecteront les modifications de composition des espèces et la concurrence. On estime qu'une plante menacée sur trois est une plante endémique insulaire tandis que 23 pour cent des espèces d'oiseaux vivant dans les îles sont menacées. [17.2.5]

Les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers qui dépendent souvent de conditions environnementales stables seront touchés négativement par la hausse de la température de la mer et de l'air ainsi que par l'élévation du niveau de la mer (degré de confiance moyen). Le réchauffement épisodique de la surface de la mer a entraîné des stress importants sur les coraux qui sont sujets au blanchissement. Les mangroves, qui sont communes sur les côtes et les enfoncements tropicaux riches en nutriments/sédiments à faible énergie, ont été altérées par les activités humaines. L'élévation du niveau de la mer influera probablement sur les migrations des forêts de mangroves restantes vers l'intérieur des terres ou le long des côtes, qui protègent les ressources côtières et autres. Une augmentation de la température en surface de la mer pourrait avoir des effets néfastes sur les herbiers qui subissent déjà un stress à cause de la pollution terrestre et de l'écoulement. Les changements touchant ces systèmes devraient probablement nuire aux populations de poissons qui les utilisent comme habitats et lieux de reproduction [17.2.4]

5.8.4. Ressources en eau, agriculture et pêche

Les ressources en eau et l'agriculture sont des sources de préoccupation majeures parce que la plupart des petits Etats insulaires possèdent des terres arables et des ressources en eau limitées. Les habitants comptent sur l'eau de pluie provenant des bassins versants et sur des lentilles d'eau douce restreintes. De plus, l'agriculture de labour, en particulier sur les îles et les atolls bas, est

concentrée sur le littoral ou à proximité de celui-ci. Les changements dans la hauteur de la nappe phréatique et dans la salinisation des sols entraînés par l'élévation du niveau de la mer seront stressants pour de nombreuses cultures de base, notamment le taro.

Bien que la pêche soit surtout artisanale ou commerciale à petite échelle, elle demeure une activité importante pour la plupart des îles en fournissant un apport significatif de protéines à la population. De nombreux lieux de reproduction et habitats des poissons et des crustacés – tels les mangroves, les récifs coralliens, les herbiers et les étangs salés, feront face à une menace croissante causée par les effets probables des changements climatiques. Les ressources en eau, l'agriculture et la pêche sont déjà sensibles à la variabilité observée des conditions océaniques et atmosphériques dans de nombreux petits Etats insulaires, et les impacts vont vraisemblablement être accentués par l'évolution du climat et l'élévation du niveau de la mer (degré élevé de confiance). [17.2.6, 17.2.8.1]

5.8.5 Santé humaine, établissements, infrastructure et tourisme

Plusieurs systèmes humains vont probablement être touchés par les changements climatiques et l'élévation du niveau de la mer dans de nombreux petits Etats insulaires. La santé humaine est une préoccupation majeure, étant donné que de nombreuses îles tropicales connaissent déjà un taux élevé de maladies à transmission vectorielle et d'origine hydrique attribuable à des changements de température et de pluviosité, qui pourraient être liés au phénomène ENSO, aux sécheresses et aux inondations. Les extrêmes climatiques créent également un stress sur certains aspects du bien-être humain, et ce stress devrait augmenter dans l'avenir. Presque tous les établissements, l'infrastructure socio-économique et les activités comme le tourisme sont situés ou se déroulent sur les côtes ou à proximité de celles-ci. Le tourisme représente une source importante de revenus et d'emplois pour de nombreux Etats (tableau TS-13). La modification des régimes de températures et de pluviosité, ainsi que la perte de plages, pourraient ruiner, dans de nombreux cas, l'économie nationale (degré de confiance élevé). Puisque ces zones sont très sensibles aux changements climatiques et à l'élévation du niveau de la mer, il est essentiel de protéger et d'entretenir les plages et les sites en mettant en œuvre des programmes d'utilisation durable des ressources. La gestion intégrée du littoral a été identifiée comme une approche pouvant être utile à de nombreux petits Etats insulaires pour maintenir un tourisme durable. [17.2.7, 17.2.9]

5.8.6 Eléments socio-culturels et traditionnels

Certains éléments traditionnels des îles (biens et services) seront vulnérables aux changements climatiques et à l'élévation du niveau de la mer. Ils comprennent surtout les technologies traditionnelles et de subsistance (compétences et connaissances) et les structures collectives qui, dans le passé, ont contribué à renforcer la résistance à diverses formes de chocs. L'élévation du niveau de la mer et les changements climatiques, combinés à d'autres stress environnementaux, ont déjà détruit des sites culturels et religieux uniques, des biens du patrimoine et d'importantes zones côtières protégées dans de nombreuses îles du Pacifique. [17.2.10]

Tableau TS 13 : Importance du tourisme pour certains territoires et petits Etats insulaires.

Pays	Nombre de touristes (milliers) ^a	Touristes en % de la population ^a	Recettes du tourisme ^b	
			% du PNB	% des exportations
Antigua-et-Barbuda	232	364	63	74
Bahamas	1618	586	42	76
Barbade	472	182	39	56
Cap Vert	45	11	12	37
Comores	26	5	11	48
Cuba	1153	11	9	n/c
Chypre	2088	281	24	49
Dominique	65	98	16	33
République dominicaine	2211	28	14	30
Fidji	359	45	19	29
Grenade	111	116	27	61
Haïti	149	2	4	51
Jamaïque	1192	46	32	40
Maldives	366	131	95	68
Malte	1111	295	23	29
Maurice	536	46	16	27
Papouasie–Nouvelle-Guinée	66	2	2	3
Saint-Kitts-et-Nevis	88	211	31	64
Sainte-Lucie	248	165	41	67
Saint-Vincent	65	55	24	46
Samoa	68	31	20	49
Seychelles	130	167	35	52
Singapour	7198	209	6	4
Iles Salomon	16	4	3	4
Trinité-et-Tobago	324	29	4	8
Vanuatu	49	27	19	41

^a Les données sur le nombre de touristes et les pourcentages par rapport à la population sont celles de 1997.

^b Les données sur les recettes du tourisme sont celles de 1997 pour les Bahamas, le Cap Vert, la Jamaïque, les Maldives, Malte, Maurice, Samoa, les Seychelles, Singapour et les Iles Salomon; de 1996 pour Antigua-et-Barbuda, Cuba, la Dominique, la République dominicaine, Fidji, Grenade, Haïti, la Papouasie-Nouvelle-Guinée, Sainte-Lucie et Saint-Vincent, de 1995 pour la Barbade, les Comores, Chypre, Trinité-et-Tobago et Vanuatu et de 1994 pour Saint-Kitts-et-Nevis.

6. Adaptation, développement durable et équité

L'adaptation aux changements climatiques peut réduire de manière sensible de nombreuses incidences négatives et favoriser les effets bénéfiques, mais cela a un coût et crée certains dommages résiduels. Dans les systèmes naturels, l'adaptation est réactive, tandis que dans les systèmes humains, elle peut également se faire par anticipation. La figure TS 9 présente des types et des exemples d'adaptation aux changements climatiques. L'expérience de la variabilité climatique et des phénomènes extrêmes montre qu'il existe des contraintes à l'atteinte du potentiel d'adaptation, tant dans le secteur privé que public. L'adoption et l'efficacité des mesures d'adaptation privées, orientées vers les marchés, dans les secteurs et les régions sont

limitées par d'autres forces, les conditions institutionnelles et différentes sources de défaillance des marchés. Il semble peu probable que l'on fasse appel au secteur privé pour prendre les mesures nécessaires afin de compenser les dommages causés par les changements climatiques aux environnements naturels. Dans certains cas, l'adaptation pourrait avoir des conséquences non voulues, y compris des dégâts écologiques. Les coûts écologiques, sociaux et économiques de l'adaptation réactive et autonome aux effets cumulatifs des changements climatiques sont élevés. Nombre de ces coûts pourraient être évités par des mesures planifiées et anticipatoires. Lorsqu'elles sont conçues de manière rationnelle, de nombreuses stratégies d'adaptation pourraient procurer de multiples avantages à court et à long terme. Il existe toutefois des limites à leur mise en œuvre et à leur efficacité. Le renforcement des capacités dans ce domaine permet de réduire la vulnérabilité des secteurs et des régions

		Principe de précaution	Principe de réaction
Systèmes humains	Privé	<ul style="list-style-type: none"> Achat de produits d'assurance Construction de maisons sur pilotis Modification complète des plates-formes pétrolières 	<ul style="list-style-type: none"> Changements des pratiques agricoles Modification des primes d'assurance Achat de climatiseurs
	Public	<ul style="list-style-type: none"> Systèmes de prévision météorologique avancée Nouvelles normes de construction Mesures d'incitation en vue de relogements 	<ul style="list-style-type: none"> Paiements compensatoires, subventions Application des normes de construction Entretien des plages
Systèmes naturels		X	

Figure TS 9 : Types d'adaptation aux changements climatiques, avec exemples

aux changements climatiques, y compris la variabilité et les phénomènes extrêmes, favorisant ainsi le développement durable et l'équité. [18.2.4, 18.3.4]

L'adaptation planifiée et anticipatoire peut réduire la vulnérabilité et permettre de réaliser des opportunités associées aux changements climatiques, sans tenir compte de l'adaptation autonome. Lorsqu'elle est facilitée par des agences gouvernementales, elle constitue une part importante de la réponse de la société aux changements climatiques. La mise en œuvre de politiques, de programmes et de mesures d'adaptation a généralement des bénéfices immédiats et futurs. L'adaptation au climat et aux risques climatiques actuels (par exemple sécheresses récurrentes, tempêtes, inondations et autres phénomènes extrêmes) est généralement cohérente avec celle aux conditions climatiques changeantes ou modifiées. Ce type de mesures ne devraient probablement être mises en œuvre que si elles sont conformes ou intégrées aux décisions ou programmes traitant des stress non climatiques. Les vulnérabilités associées aux changements climatiques sont rarement subies indépendamment des conditions non climatiques. Les incidences des facteurs climatiques sont ressenties par des stress économiques ou sociaux, et les mesures d'adaptation au climat sont évaluées et entreprises (par les personnes, les populations et les gouvernements) à la lumière de ces conditions. Leurs coûts sont souvent négligeables par rapport aux autres coûts de gestion ou de développement. Pour être efficace, l'adaptation aux changements climatiques doit tenir compte des stress non climatiques et être cohérente avec les critères de politique, les objectifs de développement et les structures de gestion en place. [18.3.5, 18.4]

Les caractéristiques clés des changements climatiques en ce qui concerne la vulnérabilité et l'adaptation sont liées à la variabilité et aux phénomènes extrêmes, et pas uniquement aux conditions moyennes modifiées (figure TS 10). Les sociétés et les économies s'adaptent au climat depuis des siècles. La plupart des secteurs, des régions et des populations sont assez adaptables aux variations des conditions moyennes, particulièrement si ces variations sont graduelles. Toutefois, les pertes dues aux variations et extrêmes climatiques sont élevées et, dans certains secteurs, en augmentation. Ces pertes indiquent que l'adaptation autonome

n'a pas été suffisante pour compenser les dommages liés aux variations temporelles des conditions climatiques. Les populations sont donc plus vulnérables et moins adaptables aux changements de fréquence/d'ampleur des conditions autres que moyennes, en particulier les extrêmes, qui sont inhérentes à l'évolution du climat. Le degré d'efficacité des futures mesures dans la lutte contre les effets néfastes de ces changements sera déterminé par la capacité de s'adapter aux changements, à la variabilité et aux extrêmes climatiques. [18.2.2]

6.1 Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation varie considérablement d'une région, d'un pays et d'un groupe socio-économique à l'autre et changera dans le temps. Le tableau TS 14 récapitule les mesures et la capacité d'adaptation par secteur, et le tableau TS 15 fournit cette information pour chaque région couverte par le TAR. Les régions et les populations les plus vulnérables sont très exposées à des effets dangereux et possèdent une capacité d'adaptation limitée. La capacité de s'adapter et de faire face à ces impacts est fonction

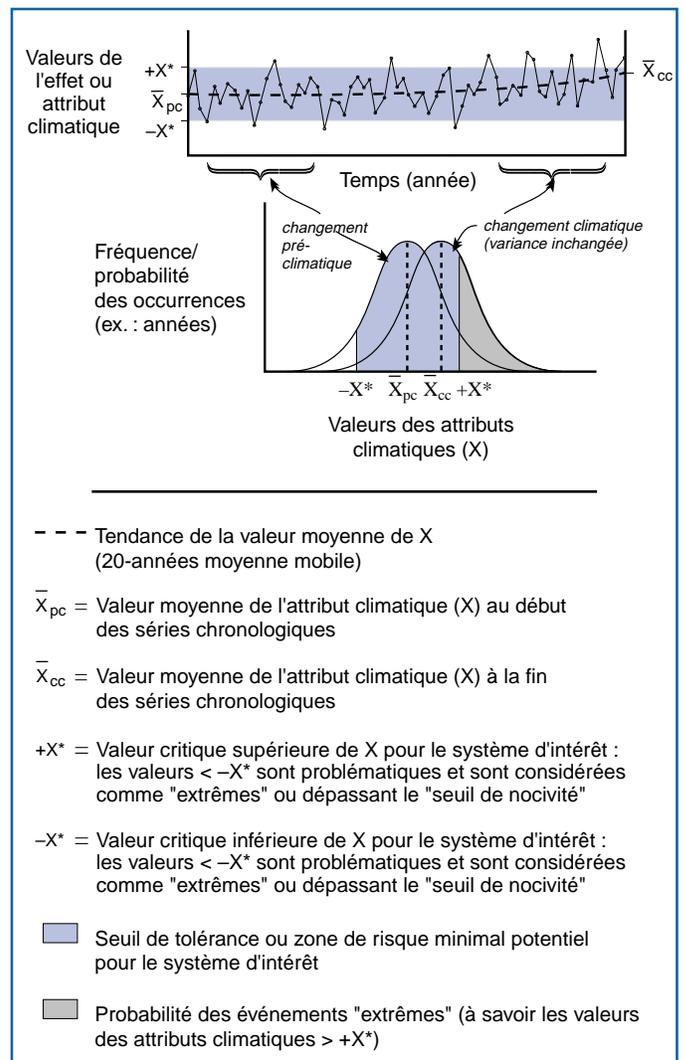


Figure TS 10 : Changements climatiques, variabilité, extrêmes et échelle de tolérance

Tableau TS 14 : Adaptation et capacité d'adaptation par secteur (principaux résultats des chapitres 4 à 9)

Secteur	Résultats
<i>Ressources en eau</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Les gestionnaires de l'eau ont l'expérience de l'adaptation aux changements. Il existe de nombreuses techniques d'évaluation et de mise en œuvre des options d'adaptation. Toutefois, le caractère omniprésent des changements climatiques peut exclure le recours à certaines stratégies classiques, et les ressources d'adaptation disponibles ne sont souvent pas utilisées. – L'adaptation peut inclure une gestion de l'offre (par exemple modification de l'infrastructure ou des accords avec les institutions) et de la demande (changement de la demande ou réduction du risque). Il existe de nombreuses politiques «sans regrets» qui procureront des avantages sociaux nets, quels que soient les changements climatiques. – Les changements climatiques ne représentent qu'une des nombreuses pressions auxquelles font face les gestionnaires de l'eau. Les décisions en matière de gestion de l'eau ne sont jamais prises uniquement en fonction des changements climatiques, même si ces derniers sont de plus en plus considérés. Certaines vulnérabilités échappent aux compétences normales des gestionnaires. – Les estimations des coûts économiques des effets des changements climatiques sur les ressources en eau dépendent beaucoup des hypothèses adoptées concernant l'adaptation. Du point de vue économique, l'adaptation optimale peut être difficile à atteindre en raison des contraintes associées à l'incertitude, aux institutions et à l'équité. – Les phénomènes extrêmes jouent souvent le rôle de catalyseur au niveau des changements dans la gestion de l'eau, en indiquant les vulnérabilités et en augmentant la sensibilisation aux risques climatiques. Les changements climatiques modifient les indicateurs d'extrêmes et de variabilité, ce qui complique les décisions en matière d'adaptation. – La capacité d'adaptation est fonction de la capacité institutionnelle, de la richesse, de l'optique de gestion, du calendrier de planification, du cadre juridique et organisationnel, de la technologie et de la mobilité de la population. – Les gestionnaires de l'eau ont besoin d'outils de recherche et de gestion visant à s'adapter à l'incertitude et aux changements, plutôt qu'à améliorer les scénarios climatiques.
<i>Ecosystèmes et services</i>	<ul style="list-style-type: none"> – L'adaptation à la perte de certains services d'écosystème est possible, particulièrement dans les éco-systèmes aménagés. Il peut toutefois être difficile, voire impossible, de s'adapter à des pertes d'écosystèmes sauvages et à des réductions de diversité biologique. – Il existe une capacité considérable d'adaptation dans le secteur de l'agriculture, par exemple en changeant les cultures et en substituant les ressources, mais l'adaptation à l'évolution du climat et à la variabilité interannuelle est incertaine. – L'adaptation est possible dans le secteur de l'agriculture, mais elle occasionne des coûts de transition et des coûts d'équilibre (résiduels) considérables. – On prévoit les effets néfastes les plus graves là où les ressources manquent le plus et où la capacité d'adaptation des agriculteurs est la plus limitée. – Dans de nombreux pays où les pâturages sont importants, le manque d'infrastructure et d'investissements dans la gestion des ressources limite les solutions d'adaptation. – La foresterie commerciale est adaptable car on y est habitué à prendre des décisions de gestion à long terme en situation d'incertitude. On s'attend à une adaptation dans la gestion de l'utilisation des terres (sylviculture de sélection des espèces) et dans la gestion des produits (traitement– commercialisation). – Dans les pays développés, l'adaptation se fera bien, tandis que les pays en développement et en transition vers une économie de marché, en particulier dans les régions tropicales et subtropicales, rencontreront plus de difficultés.
<i>Zones côtières</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Sans adaptation, les conséquences du réchauffement du globe et de l'élévation du niveau de la mer seraient désastreuses. – L'adaptation côtière comporte plus que le choix d'une solution technique pour réagir à l'élévation du niveau de la mer (stratégie de protection, d'adaptation ou de repli). Il s'agit d'un processus complexe et itératif plutôt que d'une option unique. – Les options d'adaptation sont plus acceptables et plus efficaces lorsqu'elles sont incorporées dans la gestion des zones côtières, les programmes d'atténuation des effets des catastrophes, les plans d'occupation des sols et les stratégies de développement durable. – Les choix d'adaptation seront conditionnés par les politiques et les objectifs de développement actuels, ce qui demandera aux chercheurs et aux décideurs de travailler à un cadre d'adaptation acceptable par la majorité. – La capacité d'adaptation des systèmes côtiers aux perturbations est liée à la résilience côtière, qui a des composantes morphologiques, écologiques et socio-économiques. Le renforcement de la résilience – y compris la capacité technique, institutionnelle, économique et culturelle de faire face aux incidences – est une stratégie particulièrement adaptée en raison des incertitudes futures et du désir de maintenir les possibilités de développement.

Tableau TS 14 : (suite)

Secteur	Résultats
<i>Zones côtières (suite)</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Les populations côtières et les secteurs économiques maritimes qui sont peu exposés ou qui ont une capacité d'adaptation élevée seront moins affectés. Les populations possédant des ressources économiques limitées, une infrastructure et des réseaux de communication et de transports peu développés, et des systèmes d'aide sociale insuffisants ont moins accès aux options d'adaptation et sont plus vulnérables.
<i>Etablissements humains, énergie et industrie</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Les effets des changements climatiques sont plus importants et plus coûteux lorsque les probabilités de phénomènes météorologiques extrêmes sont modifiées, ce qui affecte la résilience de calcul des systèmes humains. – Il existe de nombreuses options d'adaptation visant à réduire la vulnérabilité des établissements. Toutefois, les gestionnaires urbains, surtout dans les pays en développement, ont si peu de moyens pour faire face aux problèmes actuels (logement, hygiène, eau et électricité) qu'ils ne sont pas en mesure de gérer les risques associés aux changements climatiques. – Le manque de ressources financières, la faiblesse des institutions et une mauvaise planification constituent des obstacles majeurs pour l'adaptation dans les établissements humains. – On ne peut parvenir à une adaptation environnementale réussie sans une bonne direction présente localement, assortie d'une compétence technique et d'un soutien politique adéquats. – L'incertitude concernant la capacité et la volonté de réagir entrave l'évaluation de l'adaptation et de la vulnérabilité.
<i>Assurance et autres services financiers</i>	<ul style="list-style-type: none"> – L'adaptation à court terme des services financiers et d'assurance devrait concerner la modification de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes. – Les risques croissants pourraient entraîner un volume plus élevé d'activité commerciale traditionnelle et la mise au point de nouveaux produits de gestion des risques financiers, mais l'augmentation de la variabilité des événements causant des pertes accroîtrait l'incertitude actuarielle. – Les entreprises de services financiers ont la capacité de s'adapter aux chocs externes, mais il y a peu d'indication que les changements climatiques soient incorporés dans les décisions d'investissement. – La capacité d'adaptation du secteur financier est influencée par la participation à l'établissement des règlements, la capacité des entreprises à se retirer des marchés à risque et la politique fiscale relative aux réserves en prévision des catastrophes naturelles. – L'adaptation entraînera des changements dans les rôles de l'assurance publique et privée. La modification de l'intensité, de la fréquence, de la répartition spatiale et du moment des pertes associées au climat produira une augmentation de la demande concernant les programmes gouvernementaux d'assurance et de secours en cas de catastrophe, qui subissent déjà de fortes pressions. – Les pays en développement qui cherchent à s'adapter rapidement font face à certaines difficultés, y compris le manque de capital, un faible accès à la technologie et l'absence de programmes gouvernementaux. – Les mesures d'adaptation des assureurs comprennent la hausse des prix, le non-renouvellement des polices, l'annulation des nouvelles polices, la limitation des réclamations maximales et l'augmentation des franchises – initiatives susceptibles d'affecter durement les investissements dans les pays en développement. – Les pays développés possèdent généralement une meilleure capacité d'adaptation, y compris la technologie et les ressources économiques permettant d'en supporter les coûts.
<i>Santé humaine</i>	<ul style="list-style-type: none"> – L'adaptation implique des changements dans la société, les institutions, la technologie et les comportements visant à réduire les effets néfastes potentiels ou à renforcer les effets bénéfiques. Il existe de nombreuses options d'adaptation, applicables à l'échelle de la population, de la communauté et de chaque individu. – La mesure d'adaptation la plus importante et présentant le meilleur rapport coût-efficacité consiste à refaire l'infrastructure de santé publique, qui s'est détériorée dans la plupart des pays, au cours des dernières années. De nombreuses maladies et problèmes de santé susceptibles d'être stimulés par les changements climatiques pourraient être évités efficacement grâce à des ressources financières et de santé publique adéquates, y compris des programmes de formation, de surveillance et d'intervention d'urgence et de prévention et de contrôle. – L'efficacité de l'adaptation repose sur la précocité. La prévention «primaire» vise à réduire les risques avant que les événements ne se produisent, tandis que les interventions «secondaires» sont destinées à empêcher la répétition d'autres cas. – Les facteurs déterminants dans la capacité d'adaptation aux menaces associés au climat comprennent la disponibilité des ressources matérielles, l'efficacité des dirigeants et des institutions civiles, la qualité de l'infrastructure de santé publique et les maladies déjà présentes. – La capacité d'adaptation dépendra également de la recherche visant à comprendre les liens entre le climat, le temps, les phénomènes extrêmes et les maladies à transmission vectorielle.

Tableau TS 15 : Adaptation et capacité d'adaptation par région (principaux résultats des chapitres 10 à 17)

Région	Résultats
Afrique	<ul style="list-style-type: none"> – Les mesures d'adaptation renforceraient la souplesse et auraient des avantages nets sur le plan des ressources en eau (irrigation et réutilisation de l'eau, gestion des aquifères et des eaux souterraines, désalinisation), agriculture (modification des cultures, technologie, irrigation, élevage), et foresterie (renouvellement des espèces locales, fours à cuire à faible consommation d'énergie, gestion durable des communautés). – Sans adaptation, les changements climatiques réduiront le réseau de réserves fauniques de façon sensible en modifiant les écosystèmes et en entraînant des migrations et des disparitions d'espèces. Cela représente une vulnérabilité écologique et économique importante en Afrique. – Une approche de partage des risques entre les pays renforcera les stratégies d'adaptation, y compris la gestion des catastrophes, la communication des risques, l'évacuation d'urgence et la gestion coopérative des ressources en eau. – La plupart des pays africains sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques en raison d'une capacité d'adaptation limitée attribuable à une pauvreté généralisée, des sécheresses récurrentes, une répartition inéquitable des terres et la dépendance vis-à-vis de l'agriculture non irriguée. – Le renforcement de la capacité d'adaptation nécessite une liberté d'action locale dans la prise de décision et l'intégration des mesures d'adaptation climatique dans des stratégies globales de développement durable.
Asie	<ul style="list-style-type: none"> – Les domaines prioritaires sont les ressources terrestres et en eau, la productivité alimentaire et la prévention et la préparation des catastrophes, surtout dans les pays les plus pauvres qui dépendent des ressources. – Les mesures d'adaptation doivent déjà tenir compte des vulnérabilités liées à la variabilité climatique au niveau de la santé humaine, des établissements côtiers, de l'infrastructure et de la sécurité alimentaire. En Asie, la résilience de la plupart des secteurs aux changements climatiques est très faible. L'expansion de l'irrigation sera difficile et coûteuse dans de nombreux pays. – Pour de nombreux pays asiatiques en développement, les changements climatiques ne représentent que l'un des multiples problèmes à résoudre, notamment les problèmes à court terme comme la faim, l'approvisionnement en eau, la pollution et l'énergie. Les ressources disponibles pour l'adaptation au climat sont limitées. Les réponses sont étroitement liées aux activités de développement qui devraient être considérées dans l'évaluation des options d'adaptation. – Les premiers signes de changement climatique ont déjà été observés et pourraient devenir plus manifestes au cours de la prochaine ou des deux prochaines décennies. Si l'on ne profite pas de cette période pour concevoir et mettre en œuvre des mesures d'adaptation, il pourrait être trop tard pour éviter les bouleversements. L'adaptation à long terme nécessite des interventions anticipatoires. – Un vaste éventail de mesures préventives sont disponibles à l'échelle régionale et locale afin de réduire les effets économiques et sociaux des catastrophes. Ces stratégies comprennent l'accroissement de la sensibilisation et le développement de l'industrie de l'assurance. – L'élaboration de stratégies d'adaptation efficaces requiert une participation locale, l'intégration des perceptions des communautés et la reconnaissance des multiples stress sur la gestion durable des ressources. – La capacité d'adaptation varie d'un pays à l'autre, selon la structure sociale, la culture, la situation économique et le degré de perturbation environnementale. Les facteurs contraignants comprennent notamment des ressources limitées, une infrastructure peu développée, la pauvreté et la disparité des revenus, des institutions faibles et une technologie désuète. – Le défi pour l'Asie consiste à identifier les possibilités de faciliter le développement durable au moyen de stratégies qui rendent les secteurs sensibles au climat résilients face à la variabilité climatique. – Les stratégies d'adaptation seraient plus efficaces si l'on adoptait une approche davantage orientée vers les systèmes, en mettant l'accent sur les multiples stress interactifs et en étant moins dépendant vis-à-vis des scénarios climatiques.
Australie et Nouvelle-Zélande	<ul style="list-style-type: none"> – Les mesures d'adaptation servent à gérer les risques associés à la variabilité aux extrêmes climatiques. Les économies et les populations pastorales jouissent d'une adaptabilité considérable mais elles sont vulnérables à toute augmentation de la fréquence ou de la durée des sécheresses. – Les options d'adaptation comprennent la gestion de l'eau, les pratiques et les politiques d'utilisation des terres, les normes techniques pour l'infrastructure, et les services de santé. – L'adaptation ne sera viable que si elle est compatible avec l'environnement écologique et socio-économique général, si elle présente des avantages sociaux et économiques nets et si elle est prise en charge par les parties prenantes.

Tableau TS 15 : (suite)

Région	Résultats
Australie et Nouvelle-Zélande (suite)	<ul style="list-style-type: none"> – Les mesures d'adaptation servent à gérer les risques associés à la variabilité aux extrêmes climatiques. Les économies et les populations pastorales jouissent d'une adaptabilité considérable mais elles sont vulnérables à toute augmentation de la fréquence ou de la durée des sécheresses. – Les options d'adaptation comprennent la gestion de l'eau, les pratiques et les politiques d'utilisation des terres, les normes techniques pour l'infrastructure, et les services de santé. – L'adaptation ne sera viable que si elle est compatible avec l'environnement écologique et socio-économique général, si elle présente des avantages sociaux et économiques nets et si elle est prise en charge par les parties prenantes. – Les réponses peuvent être limitées par des horizons de planification conflictuels à court et à long terme. – Les populations pauvres, notamment de nombreux établissements autochtones, sont particulièrement vulnérables aux risques liés au climat et aux stress sur la santé parce qu'elles se trouvent souvent dans des zones exposées et qu'elles disposent de logements, de soins de santé et de ressources inadéquats.
Europe	<ul style="list-style-type: none"> – L'adaptation potentielle dans les systèmes socio-économiques est relativement élevée en raison de conditions économiques favorables, de la stabilité de la population (avec la capacité de migrer) et de systèmes de soutien politique, institutionnel et technologique bien développés. – La réaction des activités humaines et de l'environnement naturel face aux perturbations météorologiques actuelles permettent de se familiariser avec les sensibilités critiques liées aux changements climatiques à venir. – Pour ce qui est des forêts, l'adaptation nécessite une planification à long terme; il est peu probable que les mesures d'adaptation soient mises en œuvre à temps. – Les analyses menées au niveau des exploitations agricoles indiquent que si l'adaptation est réalisée intégralement, une diminution importante des effets néfastes sera possible. – La capacité d'adaptation des systèmes naturels est généralement faible. – Les régions plus marginales et moins riches auront plus de difficulté à s'adapter, ainsi, sans politiques appropriées, les changements climatiques pourraient entraîner de plus fortes disparités.
Amérique latine	<ul style="list-style-type: none"> – Les mesures d'adaptation ont le potentiel de réduire les pertes associées au climat dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie. – Il existe des moyens de s'adapter aux pénuries d'eau et aux inondations par la gestion des ressources en eau. – Les mesures d'adaptation dans le secteur de la pêche comprennent le changement des espèces pêchées et l'augmentation des prix afin de réduire les pertes.
Amérique du Nord	<ul style="list-style-type: none"> – La pression sur les systèmes sociaux et économiques provenant de changements climatiques ou d'une élévation du niveau de la mer rapides augmentera les besoins de stratégies d'adaptation explicites. Dans certains cas, l'adaptation peut produire des avantages nets, surtout si les changements sont lents. – Les intervenants dans la plupart des secteurs pensent que la technologie disponible peut permettre de s'adapter, même si elle entraîne des coûts économiques et sociaux. – On s'attend à ce que l'adaptation soit plus efficace dans les secteurs de l'agriculture et de la foresterie. Pour ce qui est de l'eau, de la santé, de l'alimentation, de l'énergie et des villes, il sera probablement nécessaire de procéder à des changements institutionnels et d'infrastructure importants. – Dans le secteur de l'eau, l'adaptation aux variations saisonnières de l'écoulement nécessitera le stockage, la gestion combinée des approvisionnements et le transfert. Il pourrait ne pas être possible de continuer à compter autant sur les approvisionnements disponibles, surtout avec les transferts vers des utilisations à valeur élevée. Les mesures d'adaptation comme les « marchés de l'eau » pourraient causer des préoccupations au sujet de l'accessibilité ainsi que des conflits en matière de priorités de distribution. – Les solutions comme les digues et les barrages sont souvent efficaces pour la plupart des variations météorologiques mais elles peuvent accroître la vulnérabilité face aux événements extrêmes. – Il existe un potentiel modéré d'adaptation par les programmes de conservation qui protègent notamment les écosystèmes menacés, comme les zones alpines élevées et les terres humides. Il serait difficile, voire impossible, d'éliminer les effets néfastes sur les systèmes aquatiques.

Tableau TS 15 : (suite)

Région	Résultats
Régions polaires	<ul style="list-style-type: none"> – Dans les écosystèmes polaires naturels, l'adaptation est possible par la migration et la modification des mélanges d'espèces. Les espèces telles que les morses, les phoques et les ours polaires seront menacées, tandis que d'autres, comme les poissons, pourraient se développer. – Le potentiel d'adaptation est limité chez les communautés autochtones qui conservent des modes de vie traditionnels. – Les populations développées sur le plan technologique devraient probablement s'adapter assez facilement, bien qu'il soit nécessaire d'investir beaucoup pour maintenir le même niveau de vie. – L'adaptation repose sur les progrès technologiques, les accords avec les institutions, la disponibilité des ressources financières et l'échange d'informations.
Petits Etats insulaires	<ul style="list-style-type: none"> – Le besoin d'adaptation est devenu très urgent, même si la mise en œuvre rapide des accords mondiaux visant à réduire les émissions futures est en train d'être réalisée. – La plus grande partie des mesures seront appliquées par les personnes et les communautés qui peuplent ces pays; le soutien gouvernemental est toutefois essentiel. – Pour progresser, il faudra intégrer les stratégies de réduction des risques à d'autres initiatives politiques sectorielles dans des domaines comme la planification du développement durable, la gestion et la prévention des catastrophes, la gestion intégrée des zones côtières et la planification des soins de santé. – Les stratégies d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer sont le repli, l'adaptation et la protection. Les mesures comme le repli sur des terrains plus élevés, l'élévation du sol et le recul des bâtiments semblent avoir peu d'utilité pratique, surtout lorsqu'elles sont limitées par des contraintes physiques. – Les mesures de réduction de la gravité des menaces pour la santé comprennent les programmes d'éducation en matière de santé, les installations de soins de santé, la gestion des égouts et des déchets solides et les plans de prévention des catastrophes. – Les populations insulaires ont développé certaines capacités d'adaptation en appliquant certaines connaissances traditionnelles, des technologies locales et un savoir-faire coutumier. La capacité d'adaptation globale est toutefois faible, en raison des dimensions des pays, de l'accès limité aux capitaux ou aux technologies, du manque de compétences, mais aussi du manque de sécurité au niveau du régime foncier, de la surpopulation et de l'accès limité aux ressources de construction. – De nombreux petits Etats insulaires ont besoin d'une aide financière, technique, ou autre pour s'adapter. La capacité d'adaptation peut être renforcée par la coopération régionale et la mise en commun des maigres ressources.

de la richesse, des connaissances scientifiques et techniques, des informations disponibles, des compétences, de l'infrastructure, des institutions et de l'équité. Les pays qui ont des ressources limitées, de faibles niveaux de technologie, des informations et des compétences insuffisantes, une infrastructure fragile, des institutions instables ou faibles, et une liberté d'action et un accès aux ressources inéquitables ont une capacité d'adaptation déficiente et sont très vulnérables. Les groupes et les régions qui possèdent une capacité d'adaptation restreinte sous n'importe lequel de ces aspects sont plus vulnérables aux dommages causés par les changements climatiques, tout comme ils sont plus vulnérables aux autres stress. [18.5, 18.7]

6.2 Développement, durabilité et équité

Les activités permettant de renforcer la capacité d'adaptation sont essentiellement équivalentes à celles qui favorisent le développement durable. Le renforcement de la capacité d'adaptation est nécessaire pour réduire la vulnérabilité, en particulier dans le cas des régions, des nations et des groupes socio-économiques

les plus vulnérables. De nombreux secteurs et régions vulnérables aux changements climatiques sont également soumis à des stress liés notamment à la croissance démographique et à l'appauvrissement des ressources. Il est possible d'atteindre simultanément les objectifs d'adaptation au climat et de durabilité en modifiant les politiques de manière à diminuer la pression sur les ressources, à améliorer la gestion des risques environnementaux et à renforcer la capacité d'adaptation. Quant aux objectifs d'adaptation et d'équité, ils peuvent être poursuivis conjointement au moyen d'initiatives qui favorisent le bien-être des groupes les plus démunis de la société - par exemple en améliorant la sécurité alimentaire, en facilitant l'accès à l'eau potable et aux soins de santé et en fournissant des abris et l'accès à d'autres ressources. Les décisions, les activités et les programmes relatifs au développement jouent un rôle important au niveau de la modification de la capacité d'adaptation des populations et des régions. Pourtant, ceux-ci tendent à ne pas tenir compte des risques associés à la variabilité et aux changements climatiques. Il est nécessaire d'intégrer les risques climatiques à la conception et à la mise en œuvre des initiatives de développement afin de diminuer la vulnérabilité et favoriser la durabilité [18.6.1]

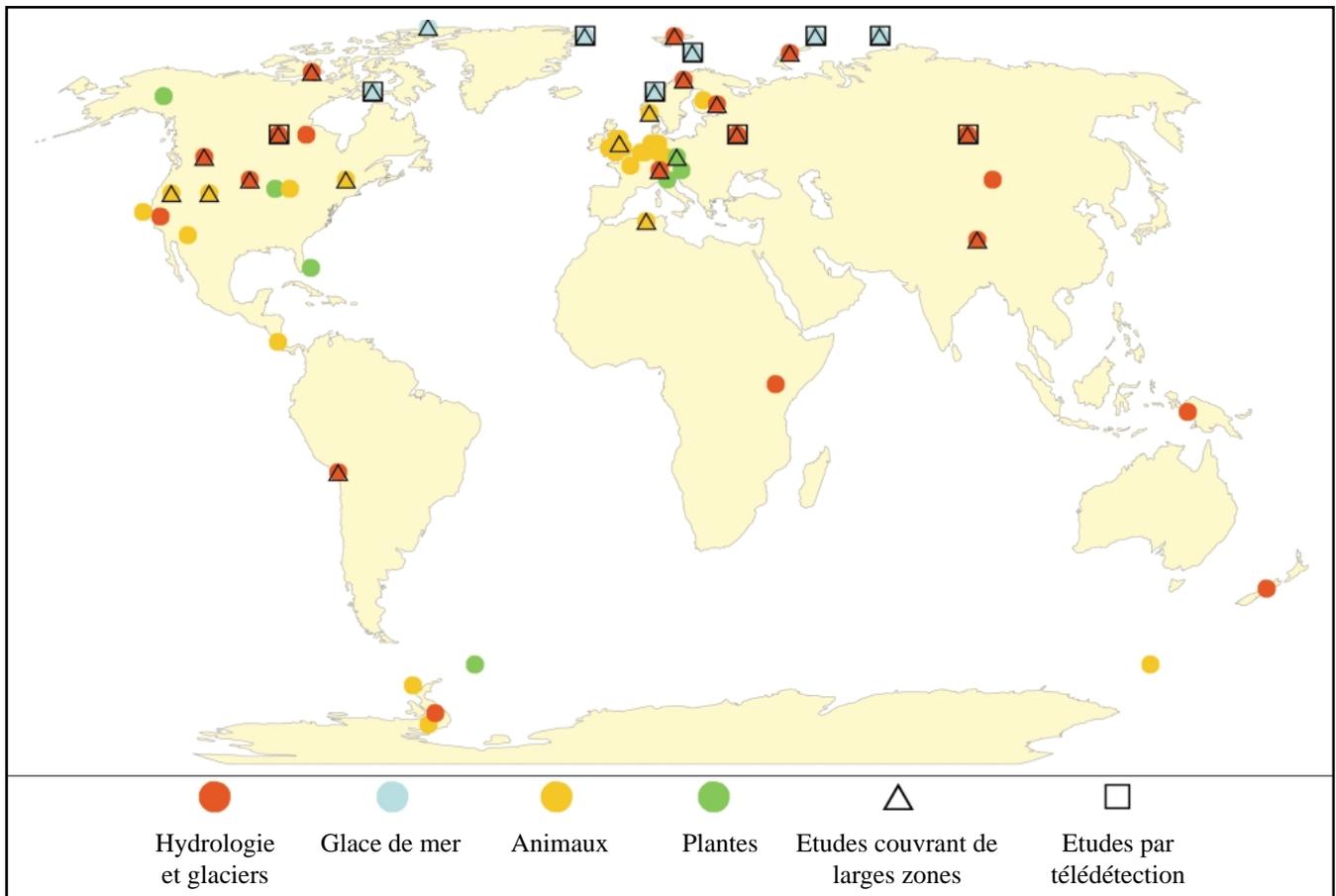


Figure TS 11 : Lieux dans lesquels les études systématiques à long terme rencontrent des critères rigoureux qui décrivent les effets des changements climatiques régionaux relatifs aux températures sur les systèmes physiques et biologiques. Les données sur l'hydrologie, le retrait glaciaire et la glace de mer représentent des tendances décennales ou séculaires. Les données des écosystèmes terrestres et marins représentent les tendances des deux dernières décennies au moins. Les études par télédétection couvrent de vastes zones. Les données relatives aux effets uniques ou multiples correspondent aux mécanismes connus des réactions des systèmes physiques/biologiques sur les changements régionaux observés liés aux températures. Pour les effets rapportés couvrant de larges zones, un site représentatif a été choisi sur la carte.

7. Questions mondiales et synthèse

7.1 Détection de l'incidence des changements climatiques

Les observations indiquent que les changements climatiques au XX^e siècle ont déjà touché un ensemble varié de systèmes physiques et biologiques. Des exemples de ces changements observés comprennent le retrait des glaciers; la fonte du pergélisol; la modification des dates de gel et de dégivrage sur les cours d'eau et les lacs; les augmentations de la pluviosité et de l'intensité des pluies sous la plupart des moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère Nord; la prolongation des saisons de croissance; et la précocité de la floraison des arbres, de l'apparition des insectes et de la ponte chez les oiseaux. Des liens statistiquement significatifs entre les modifications du climat régional et celles observées dans les systèmes physiques et biologiques ont été documentés en ce qui concerne les environnements terrestres, marins et d'eau douce sur tous les continents. [19.2]

L'existence de multiples causes (par exemple changements d'affectation des terres, pollution) fait que l'attribution de nombreux effets observés des changements climatiques régionaux devient un défi

complexe. Néanmoins, les études des systèmes soumis à des changements climatiques régionaux importants – dont on connaît la sensibilité – montrent des modifications conformes aux relations bien établies entre les processus climatiques et physiques ou biologiques (modification du bilan énergétique des glaciers et de l'aire de répartition des animaux et les plantes lorsque les températures dépassent les seuils physiologiques, par exemple) dans environ 80 pour cent des cas biologiques et 99 pour cent des cas physiques. Le tableau TS 16 présente environ 450 changements dans des processus ou chez des espèces, associés à des variations de la température régionale, tandis que la figure TS 11 illustre les lieux où ces études ont observé les incidences des variations. Ces cohérences renforcent notre confiance dans les liens établis entre les changements climatiques régionaux et ceux touchant les systèmes physiques et biologiques. Sur la base de ces observations, on peut affirmer avec un degré de confiance élevé que l'évolution du climat au XX^e siècle a eu une incidence perceptible sur de nombreux systèmes physiques et biologiques. Les modifications des biotes et des systèmes physiques observées au cours du siècle dernier indiquent que ces systèmes sont sensibles à des changements climatiques modestes par rapport à ceux prévus pour le XXI^e siècle. Les archives paléoclimatiques prouvent la grande sensibilité des systèmes biologiques aux changements climatiques à long terme. [19.2.2.]

Tableau TS 16 : Processus et espèces associés, selon les études, aux variations des températures régionales^a

Région	Glaciers, couverture/ fonte de neige, glace de lac /cours d'eau ^b		Végétation	Invertébrés	Amphibiens et reptiles		Oiseaux	Mammifères	
Afrique	1	0	–	–	–	–	–	–	–
Antarctique	3	2	2	0	–	–	3	0	–
Asie	14	0	–	–	–	–	–	–	–
Australie	1	0	–	–	–	–	–	–	–
Europe	29	4	41	3	47	1	7	0	368
Amérique Nord	36	4	12	0	–	–	–	–	17
Amérique latine	3	0	–	–	–	–	22	0	15
Total	87	10	55	3	47	1	29	0	400

^a On trouve dans les colonnes le nombre d'espèces et de processus dans chaque région associés, selon chaque étude, aux variations des températures régionales. Pour que les données figurent dans le tableau, il fallait que chaque étude démontre que les espèces ou les processus aient changé dans le temps, de même que la température régionale; la plupart des études ont mis en évidence un lien significatif entre la façon dont les températures et les espèces ou processus se modifient. Le premier chiffre indique le nombre d'espèces ou de processus qui se sont modifiés conformément aux prévisions relatives au réchauffement mondial. Le deuxième chiffre correspond au nombre d'espèces ou de processus ayant changé de manière opposée à ces prévisions. Un trait apparaît quand aucune étude ne couvre la région et la catégorie.

^b Glaces de mer non incluses.

On s'attend à ce que les signaux des effets climatiques régionaux soient plus clairs dans les systèmes physiques et biotiques que dans les systèmes sociaux et économiques, qui subissent simultanément de nombreux stress non climatiques, notamment la croissance démographique et l'urbanisation. Des indications préliminaires suggèrent que certains systèmes sociaux et économiques ont été touchés en partie par les changements climatiques régionaux qui se sont produits au XX^e siècle (par exemple dommages croissants causés par des inondations et des sécheresses à certains endroits, avec des augmentations apparentes de l'impact sur les assurances). Les explications coïncidentes ou alternatives de ces effets régionaux ne permettent de déterminer qu'avec un degré de confiance faible à moyen que les changements climatiques affectent ces systèmes. [19.2.2.4]

7.2 Cinq sujets de préoccupation

Certaines des connaissances actuelles sur les effets des changements climatiques, la vulnérabilité et l'adaptation sont résumées dans les pages suivantes par l'analyse de cinq sujets de préoccupation : les systèmes uniques et menacés, les effets généraux dans le monde, la distribution des effets, les phénomènes météorologiques extrêmes et les bouleversements à grande échelle. L'examen de ces sujets aide à mieux comprendre les vulnérabilités et les avantages potentiels associés aux changements climatiques causés par l'activité humaine, ce qui peut faciliter la réflexion des décideurs quant à ce qui pourrait constituer une interférence dangereuse avec le système climatique dans le cadre de l'article 2 de la CCNUCC. Aucune dimension n'est prépondérante.

La figure TS 12 présente des résultats qualitatifs sur les effets des changements climatiques relatifs aux sujets de préoccupation. Avec

une hausse réduite de la température moyenne mondiale³, certains des sujets montrent un potentiel d'effet néfaste tandis que d'autres indiquent peu de répercussions négatives ou de risque. Lorsque les hausses de température sont élevées, tout indique un potentiel d'effet néfaste, avec une augmentation du caractère négatif à mesure que les températures s'élèvent. On obtient un degré de confiance élevé pour la relation générale entre les incidences et les hausses de température, mais la confiance est habituellement basse lorsqu'on essaie d'estimer des seuils de changement des températures auxquels différentes catégories de répercussions pourraient se produire. [19.8]

7.2.1 Systèmes uniques et menacés

De faibles hausses de la température moyenne du globe pourraient causer des dommages importants et irréversibles à certains systèmes et espèces, y compris des pertes possibles à l'échelle locale, régionale ou mondiale. Certaines espèces végétales et animales et certains systèmes et établissements humains sont très sensibles au climat et seront probablement affectés négativement par les changements associés aux scénarios de réchauffement moyen du globe

³ Les gammes de hausse des températures moyennes mondiales de 0-2, 2-3 et >3 °C par rapport à 1990 sont considérées comme faibles, moyennes et élevées. La fourchette relativement importante correspondant à la désignation « faible » vient du fait que les publications traitent adéquatement du réchauffement de 1-2 °C. Ces amplitudes de changements des températures moyennes mondiales devraient servir d'indicateurs approximatifs de l'apparition des effets. Elles ne définissent pas de seuils absolus ou ne décrivent pas tous les aspects pertinents des incidences de l'évolution du climat, comme la vitesse des changements climatiques et des variations des précipitations, les événements climatiques extrêmes ou les effets différés (latents) tels que l'élévation du niveau de la mer.

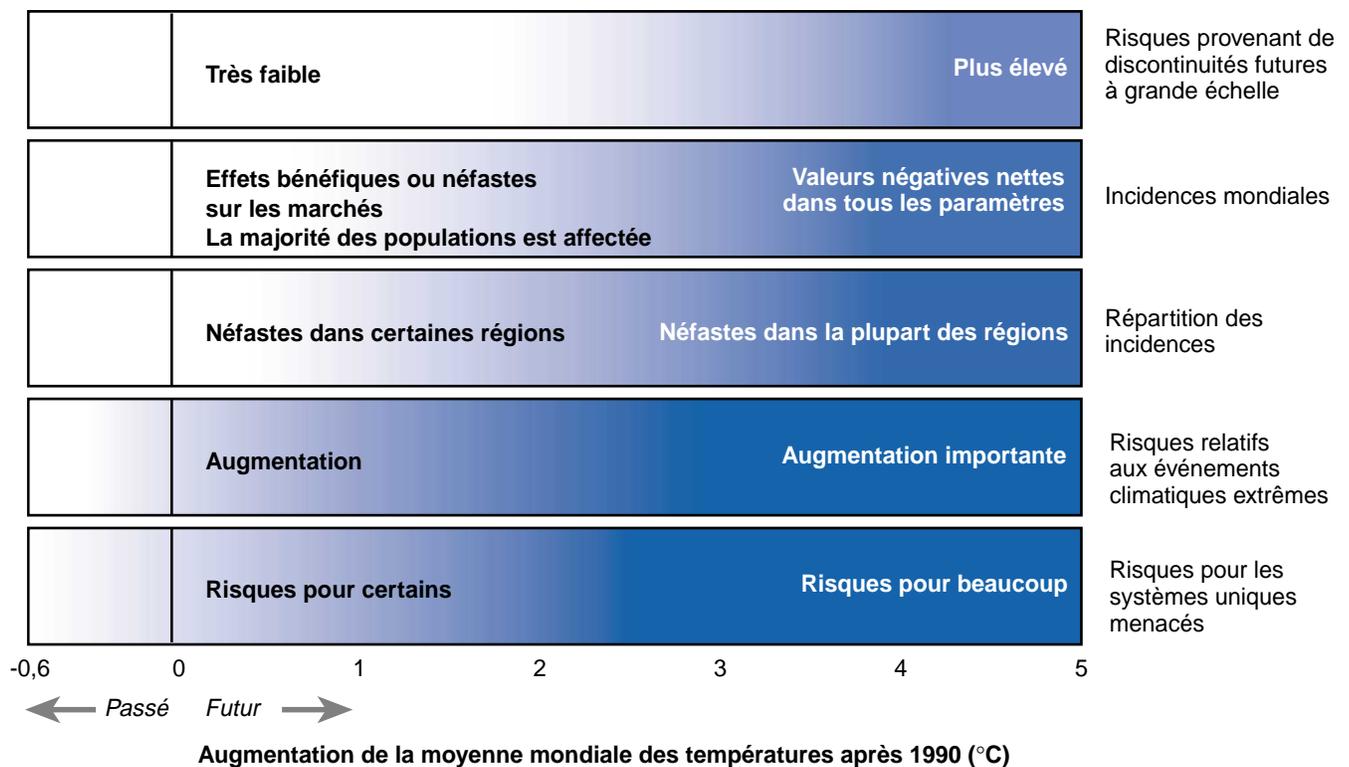


Figure TS 12 : Incidences ou risques relatifs aux changements climatiques, par motif de préoccupation. Chaque ligne correspond à une préoccupation; les ombres indiquent la gravité de l'effet ou du risque. Le blanc signifie qu'il n'y a pas, ou virtuellement pas, d'effet neutre ou de risque. Le jaune correspond en quelque sorte aux effets néfastes ou aux risques faibles. Le rouge correspond aux effets plus néfastes ou aux risques plus élevés. Les températures moyennes ont augmenté de 0,6 °C au cours du XX^e siècle et elles ont donc eu des incidences. Ces dernières agissent contre les hausses des températures moyennes du globe après 1990. Cette figure traite de la façon dont les incidences et les risques varient tandis que les seuils de hausse des températures moyennes du globe se croisent, et non de la façon dont les incidences ou les risques varient selon les différents rythmes de changement climatique. Ces températures devraient être considérées comme des indications approximatives des incidences et non comme des seuils absolus.

de <1 °C. Les effets néfastes sur les espèces et les systèmes deviendraient plus nombreux et plus graves avec les changements accompagnant un réchauffement de 1–2 °C et devraient très probablement être encore plus nombreux et plus graves à des températures plus élevées. Plus la vitesse et l'ampleur du réchauffement et des autres changements climatiques seraient importantes, plus il est probable que les seuils critiques des systèmes seraient dépassés. Nombre de ces systèmes sont menacés par les changements climatiques parce qu'ils sont soumis à des pressions non climatiques associées à l'utilisation des terres par les humains, aux changements d'affectation des terres et à la pollution. [19.3]

Les espèces qui peuvent être menacées d'extinction à l'échelle locale ou mondiale par les changements climatiques pouvant accompagner une hausse réduite de la température moyenne du globe comprennent les espèces extrêmement menacées, soit généralement les espèces dont l'aire de répartition est peu étendue ou dont la densité est faible, les espèces qui ont des besoins limités d'habitat, et les espèces dont les habitats adéquats ont une répartition morcelée, en particulier si elles subissent un stress dû à l'utilisation des terres par les humains et aux modifications de la couverture terrestre. Voici des exemples d'espèces qui pourraient être menacées par des changements mineurs : oiseaux forestiers en Tanzanie, le couroucou royal en Amérique centrale, le gorille

de montagne en Afrique, les amphibiens endémiques aux forêts d'altitude des néotropiques, l'ours à lunettes des Andes, le tigre du Bengale et d'autres espèces endémiques aux terres humides des Sundarbans ainsi que les espèces végétales sensibles aux pluies endémiques au Floral Kingdom du Cap, en Afrique en Sud. Les systèmes naturels qui pourraient être menacés comprennent les récifs coralliens, les mangroves, et d'autres terres humides côtières; les écosystèmes subalpins limités aux 200-300 m au sommet des zones montagneuses; les terres humides des prairies; les prairies indigènes restantes; les habitats de poissons d'eau froide et certains habitats de poissons d'eau tempérée; les écosystèmes qui recouvrent le pergélisol; et les écosystèmes de lisière de glace qui fournissent des habitats aux ours polaires et aux pingouins. Les établissements humains qui pourraient être très vulnérables aux changements climatiques et à l'élévation du niveau de la mer susceptibles d'être associés à un réchauffement moyen à élevé comprennent certains établissements situés dans des zones côtières et des îles basses, des plaines inondables et des coteaux – en particulier les établissements défavorisés sur le plan socio-économique comme les bidonvilles et d'autres peuplements informels. D'autres établissements susceptibles d'être menacés sont ceux constitués par les populations autochtones, qui dépendent beaucoup de ressources naturelles sensibles aux changements climatiques. [19.3]

7.2.2 Effets généraux dans le monde

Avec une faible hausse de la température, les effets généraux sur l'économie pourraient totaliser quelques points de pourcentage du PIB mondial (degré de confiance moyen); les effets non liés aux marchés pourraient être négatifs (degré de confiance faible). Les répercussions nettes réduites résultent principalement du fait que les économies développées, dont beaucoup pourraient avoir des effets bénéfiques, contribuent à la plus grande partie de la production mondiale. Mettre davantage d'emphasis sur les conséquences dans les pays pauvres pour tenir compte des inquiétudes en matière d'équité pourrait donner lieu à des effets généraux nets négatifs, même avec un réchauffement moyen. Il est également possible que la majorité de la population soit affectée négativement par les scénarios de changements climatiques de cette ampleur, même si l'incidence monétaire nette est positive. Avec des hausses de températures moyennes à élevées, les avantages ont tendance à diminuer et les dommages à augmenter si bien que le changement net du bien-être économique mondial devient négatif – et encore plus négatif à mesure que la température s'élève (*degré de confiance moyen*). Certains secteurs, comme les ressources côtières et les ressources en eau, pourraient subir des effets néfastes dans les pays développés et les pays en développement. D'autres secteurs, tels que l'agriculture et la santé, pourraient avoir des effets bénéfiques nets dans certains pays et des incidences négatives nettes dans d'autres. [19.5]

Les résultats sont sensibles aux hypothèses sur les changements climatiques régionaux, les niveaux de développement, les capacités d'adaptation, les vitesses des changements, la valeur des effets et les méthodes utilisées pour totaliser les pertes et les gains, y compris le choix de taux d'escompte. De plus, ces études ne tiennent pas compte de facteurs éventuellement importants comme les changements dans les phénomènes extrêmes, les réactions bénéfiques et complémentaires à la menace posée par les événements extrêmes non climatiques, les modifications rapides de climat régional (qui résultent, par exemple, de l'évolution de la circulation océanique), les effets combinés de stress multiples, ou les réactions conflictuelles ou complémentaires à ces stress. Comme ces facteurs doivent encore être pris en compte dans les estimations des effets généraux, et que ces estimations ne comprennent pas toutes les catégories de répercussions possibles, notamment les effets non économiques, on considère que les évaluations des incidences des changements climatiques au niveau du bien-être économique global sont incomplètes. Etant donné ces incertitudes, on ne peut exclure la possibilité d'effets néfastes causés par une faible hausse de la température. [19.5]

7.2.3 Distribution des effets

Les pays en développement ont tendance à être plus vulnérables aux changements climatiques que les pays industrialisés (degré de confiance élevé). Ils devraient subir plus d'effets néfastes que les pays développés (*degré de confiance moyen*). Une faible hausse de la température aurait des effets négatifs nets sur l'économie dans de nombreux pays en développement (*degré de confiance moyen*). Les différents résultats sont attribuables en partie aux diverses expositions et sensibilités (par exemple les températures actuelles sont inférieures aux températures optimales sous les moyennes et hautes

latitudes pour de nombreuses cultures, mais elles sont équivalentes ou supérieures à ces températures sous les basses latitudes) et en partie au fait que les pays en développement ont une capacité d'adaptation moindre que les pays développés. Avec une hausse moyenne de la température, les effets bénéfiques nets commenceraient à devenir néfastes et les impacts négatifs seraient accentués (*degré élevé de confiance*). Les résultats de ces études ne tiennent pas entièrement compte des répercussions non économiques telles que celles sur les systèmes naturels, qui peuvent être sensibles à un faible réchauffement. Parmi les régions particulièrement vulnérables, citons les deltas, les petits Etats insulaires de basse altitude et de nombreuses régions arides où la sécheresse et la disponibilité de l'eau sont problématiques même sans changements climatiques. Dans les régions et les pays, les répercussions devraient surtout toucher, de manière relative, les populations défavorisées. Les membres les plus démunis de la société peuvent être considérés comme les plus vulnérables aux changements climatiques en raison de leur capacité réduite à faire face et à s'adapter aux incidences, mais peu d'études ont examiné explicitement la distribution des effets sur les défavorisés par rapport à d'autres tranches de la société. [19.4]

Les effets sur les systèmes non aménagés devraient probablement s'aggraver avec le temps, mais dans le cas des systèmes aménagés, ils pourraient s'aggraver ou s'amenuiser au cours du XXI^e siècle. La distribution des effets au cours du XXI^e siècle est influencée par plusieurs facteurs. A mesure que les concentrations de GES augmenteront, l'ampleur de l'exposition aux changements dans les facteurs climatiques devrait aussi augmenter. Les stress non climatiques sur les systèmes sociaux et naturels, qui accroissent leur vulnérabilité, pourraient aussi s'accroître avec le temps en raison de la croissance démographique et de la demande accrue de terre, d'eau, d'infrastructure publique et d'autres ressources. L'augmentation de la population, des revenus et des richesses signifie également que plus de personnes et de ressources d'origine anthropique seraient potentiellement exposées aux changements climatiques, ce qui aurait tendance à hausser les dommages économiques en valeur absolue; c'est ce qui a été observé dans le passé. Des facteurs, comme la croissance des richesses, l'évolution des technologies et l'amélioration des institutions, peuvent compenser ces tendances en renforçant la capacité d'adaptation et réduisant la vulnérabilité aux changements climatiques. [8, 19.4]

L'augmentation ou la diminution des effets et de la vulnérabilité avec le temps devrait probablement dépendre en partie de la vitesse des changements climatiques et du développement et pourrait différer selon qu'il s'agit de systèmes aménagés ou non. Plus l'évolution du climat serait rapide, plus l'exposition future à des effets potentiellement néfastes serait importante, ainsi que la possibilité de dépasser les seuils des systèmes. Plus le développement serait accéléré, plus il y aurait de ressources exposées dans le futur – mais la capacité d'adaptation des sociétés serait par ailleurs renforcée. Les avantages du renforcement des capacités d'adaptation seraient probablement plus importants pour les systèmes très aménagés que pour les systèmes peu ou pas aménagés. Pour cette raison et parce que les pressions non climatiques sur les systèmes naturels pourraient augmenter à l'avenir, on s'attend à ce que la vulnérabilité de ces systèmes s'accroisse avec le temps (*degré de confiance moyen*). [19.4.2, 19.4.3]

Les futures voies de développement, durables ou autres, influenceront sur la vulnérabilité aux changements climatiques, et les effets de ces changements pourraient affecter le potentiel de développement durable dans différentes parties du monde. L'évolution du climat représente l'un des nombreux stress qui pèsent sur les systèmes humains et naturels. La gravité de nombre de ces stress sera déterminée en partie par les voies de développement choisies par les sociétés humaines; on s'attend à ce que les voies qui génèrent moins de stress atténuent la vulnérabilité des systèmes humains et naturels. Le développement peut également influencer la vulnérabilité future en renforçant la capacité d'adaptation par l'accumulation de richesses, de technologies, d'informations, de compétences et d'infrastructure adaptée; par l'établissement d'institutions efficaces; et par l'avancement de l'équité. Les effets des changements climatiques pourraient affecter le potentiel de développement durable en modifiant la capacité de production des aliments et des fibres, l'approvisionnement en eau et sa qualité, la santé, et en orientant les ressources financières et humaines vers l'adaptation. [18]

7.2.4 Phénomènes météorologiques extrêmes

De nombreux changements climatiques sont associés à des phénomènes météorologiques extrêmes, et il en ira de même avec les effets des changements climatiques. Le potentiel destructeur important des événements extrêmes provient de leur gravité et de leur caractère soudain et imprévisible, qui rendent l'adaptation difficile. Certaines voies de développement peuvent accroître la vulnérabilité à ces phénomènes. Par exemple, de grands projets de développement le long des zones côtières augmentent l'exposition aux ondes de tempête et aux cyclones tropicaux.

La fréquence et l'ampleur de nombreux phénomènes météorologiques extrêmes s'élèvent même avec de faibles hausses des températures et s'accroîtront avec des températures plus élevées (*degré élevé de confiance*).

Les phénomènes météorologiques extrêmes comprennent notamment les inondations, les déficits d'humidité des sols, les cyclones tropicaux, les tempêtes, les températures élevées et les incendies. L'incidence de ces événements est souvent importante à l'échelle locale et pourrait toucher durement certains secteurs et régions. Leur hausse peut causer le dépassement de seuils naturels ou de conception critiques, au-delà desquels l'ampleur des effets augmente rapidement (*degré élevé de confiance*). De multiples événements non extrêmes consécutifs peuvent également être problématiques parce qu'ils amoindrissent la capacité d'adaptation en réduisant les réserves des compagnies d'assurance et de réassurance. [8, 19.6.3.1]

Une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des phénomènes extrêmes aurait des effets néfastes dans tous les secteurs et les régions. L'agriculture et les ressources en eau pourraient être particulièrement vulnérables aux changements dans les extrêmes hydrologiques et les températures. L'infrastructure et les écosystèmes côtiers pourraient être touchés négativement par l'augmentation de la fréquence des cyclones tropicaux et des ondes de tempête. La mortalité due à la chaleur devrait

probablement s'accroître avec la hausse des températures, tandis que la mortalité associée au froid diminuerait. Les inondations entraîneraient probablement la propagation des maladies d'origine hydrique et à transmission vectorielle, particulièrement dans les pays en développement. De nombreux dommages économiques causés par les phénomènes extrêmes auront des répercussions à grande échelle sur les institutions financières, des assureurs et réassureurs, aux investisseurs, banques et fonds de secours en cas de catastrophe. Les changements dans les statistiques touchant ces événements ont des conséquences du point de vue des critères de calcul des applications techniques (par exemple digues, ponts, conception des bâtiments et zonage), qui sont fondés sur les estimations des périodes de retour, et du point de vue de l'évaluation de la performance économique et de la viabilité d'entreprises dépendantes du temps. [19.6.3.1]

7.2.5 bouleversements à grande échelle

*Les changements climatiques d'origine anthropique peuvent provoquer des modifications à grande échelle des systèmes terrestres, qui pourraient avoir des conséquences graves à l'échelle régionale et mondiale. Les probabilités de déclenchement de ces événements sont mal comprises mais on devrait en tenir compte, vu la gravité de leurs effets. Les bouleversements de ce type comprennent l'arrêt complet ou partiel de la formation des eaux profondes dans l'Atlantique Nord et l'Antarctique, la dislocation des glaciers continentaux de l'Antarctique Ouest et du Groenland et les perturbations majeures de la dynamique du carbone régulée par la biosphère. Il est difficile de déterminer le moment et la probabilité de telles discontinuités à grande échelle car elles sont provoquées par des interactions complexes entre les composantes du système climatique. L'effet réel pourrait subvenir plusieurs décennies ou siècles après le déclenchement, lequel est sensible à l'ampleur et à la vitesse des changements climatiques. Les fortes hausses de températures peuvent causer des discontinuités à grande échelle dans le système climatique (*degré de confiance moyen*).*

Ces discontinuités pourraient avoir des effets graves à l'échelle régionale, voire mondiale, mais les analyses poussées des répercussions font encore défaut. Selon plusieurs simulations de modèles climatiques, la circulation thermohaline dans l'Atlantique Nord s'arrêterait complètement avec un réchauffement élevé. Ce phénomène pourrait prendre des siècles, mais il serait possible d'observer des arrêts régionaux de la convection et un affaiblissement important de la circulation thermohaline au cours du prochain siècle. Une telle situation serait susceptible de modifier rapidement le climat dans l'Atlantique Nord, avec des effets majeurs sur les sociétés et les écosystèmes. L'effondrement de l'inlandsis de l'Antarctique Ouest pourrait provoquer une élévation mondiale du niveau de la mer de plusieurs mètres, ce qui rendrait l'adaptation difficile. La dislocation devrait s'étendre sur des centaines d'années, mais ce processus pourrait être déclenché de façon irréversible au cours du prochain siècle. L'ampleur relative des processus de rétroaction associés au cycle du carbone dans les océans et la biosphère terrestre semble se modifier avec une hausse des températures. La saturation et le déclin de l'effet de puits net de la biosphère terrestre, qui devraient se produire au

cours du XXI^e siècle, en même temps que des processus similaires, pourraient entraîner une dominance des rétroactions positives sur les rétroactions négatives et une forte amplification de la tendance au réchauffement. [19.6.3.2]

8. Besoins d'informations

Même si certains progrès ont été accomplis, il reste encore des lacunes considérables en matière de connaissances sur l'exposition, la sensibilité, l'adaptabilité ainsi que la vulnérabilité des systèmes physiques, écologiques et sociaux aux changements climatiques. Il est prioritaire de progresser dans ces domaines pour mieux comprendre les conséquences potentielles des changements climatiques sur les sociétés humaines et les systèmes naturels et appuyer les analyses de réactions éventuelles.

Exposition. Il convient d'améliorer les méthodes de prévision des expositions aux facteurs climatiques et aux stress non climatiques à des échelles spatiales plus fines pour mieux comprendre les conséquences possibles des changements climatiques, notamment les différences régionales et les facteurs auxquels les systèmes pourraient avoir à s'adapter. Les travaux dans ce domaine devraient reposer sur les résultats des recherches sur la sensibilité, l'adaptabilité et la vulnérabilité, afin d'identifier les types de facteurs climatiques et de stress non climatiques qui affectent le plus les systèmes. Ces recherches sont particulièrement utiles pour les pays en développement, dont la plupart manquent de données historiques, de systèmes de contrôle adéquats et de capacité de recherche et développement. Le développement de la capacité locale d'évaluation et de gestion environnementales augmentera l'efficacité des investissements. La mise au point de méthodes d'étude des changements éventuels dans la fréquence et l'intensité des phénomènes climatiques extrêmes, de la variabilité climatique et des variations brusques à grande échelle du système terrestre, comme l'atténuation ou l'arrêt de la circulation thermohaline des océans constituent des priorités. Il faut également mener des recherches destinées à mieux comprendre la façon dont les facteurs sociaux et économiques influencent l'exposition des différentes populations.

Sensibilité. La sensibilité aux facteurs climatiques est encore mal quantifiée dans le cas des nombreux systèmes naturels et humains. Les réactions des systèmes aux changements climatiques devraient comprendre des non-linéarités marquées, des réactions discontinues ou brusques, des réactions variables en fonction du temps et des interactions complexes avec d'autres systèmes. Toutefois, la quantification de la courbe, des seuils et des interactions des réponses des systèmes est mal développée dans de nombreux cas. On doit poursuivre les travaux afin d'élaborer et d'améliorer les modèles dynamiques basés sur les processus des systèmes économiques, naturels et sociaux; d'estimer les modèles de paramètre des réponses des systèmes aux variables climatiques; et de valider les résultats de la simulation des modèles. Ces travaux devraient inclure l'utilisation des résultats d'observation, des

paléo-observations, le cas échéant, et de la surveillance à long terme des systèmes et des forces qui agissent sur eux. Il est impératif de poursuivre les efforts visant à détecter les effets des changements climatiques observés afin d'obtenir des informations empiriques permettant de comprendre la sensibilité des systèmes à l'évolution du climat.

Adaptabilité. Des progrès ont été réalisés dans la recherche sur les mesures et la capacité d'adaptation. Toutefois, il est nécessaire d'entreprendre des travaux pour mieux comprendre l'applicabilité des expériences d'adaptation réalisées sur la variabilité des changements climatiques, pour utiliser ces informations afin d'effectuer des estimations empiriques de l'efficacité et des coûts de l'adaptation, et pour mettre au point des modèles de prévision des comportements d'adaptation qui tiennent compte de la prise de décision en situation d'incertitude. Il faut également que des recherches soient menées pour améliorer les connaissances sur les aspects déterminants de la capacité d'adaptation; et pour utiliser ces informations afin de mieux saisir les écarts dans cette capacité d'une région, d'une nation et d'un groupe socio-économique à l'autre et la façon dont elle peut varier dans le temps. Les progrès dans ces domaines devraient être utiles pour établir des stratégies permettant de renforcer la capacité d'adaptation de manière complémentaire aux objectifs d'atténuation des changements climatiques, du développement durable et de l'équité.

Vulnérabilité. Les évaluations de la vulnérabilité aux changements climatiques sont surtout qualitatives et examinent les sources et le caractère de celle-ci. Il est nécessaire de poursuivre les travaux visant à intégrer les informations sur l'exposition, la sensibilité et l'adaptabilité de façon à obtenir des données quantitatives et plus détaillées sur les effets potentiels des changements climatiques et le degré relatif de vulnérabilité des différents groupes socio-économiques, régions et nations. Pour progresser, il faudra établir et affiner de multiples mesures ou indices de la vulnérabilité, comme le nombre ou le pourcentage de personnes, d'espèces, de systèmes ou de terres touchés négativement ou positivement; les modifications de la productivité des systèmes; la valeur financière des changements dans le bien-être économique en chiffres relatifs et absolus; et la mesure des iniquités sur le plan de la distribution.

Incertain. Il existe encore de grandes lacunes au niveau de l'amélioration et de l'application des méthodes de gestion des incertitudes, surtout en ce qui a trait à la fourniture d'informations scientifiques pour la prise de décision. Il faut réaliser des progrès concernant la façon d'exprimer la vraisemblance, le degré de confiance et l'ampleur des incertitudes pour les évaluations des résultats, et d'établir comment ces évaluations s'adaptent à de plus grandes échelles d'incertitude. On doit perfectionner les méthodes visant à fournir des descriptions retraçables de la façon dont les évaluations générales sont effectuées à partir d'informations dissociées. Il est nécessaire de poursuivre les efforts pour traduire les jugements en distributions des probabilités dans les modèles d'évaluation globale.

Glossaire

Ablation

Ensemble des processus par le biais desquels une partie de la glace et de la neige accumulées dans les glaciers, les glaces flottantes ou la couverture neigeuse est éliminée.

Acclimatation

Adaptation physiologique aux variations du climat.

Action locale 21

Action que les autorités locales sont censées engager au plan local en faveur de l'environnement et du développement par le biais d'un processus de consultation avec leurs administrés, une attention particulière étant prêtée à la participation des femmes et de la jeunesse. Nombre d'autorités locales ont ainsi mis en train une action de ce genre, en s'appuyant sur le processus de consultation pour réorienter leurs politiques, leurs plans et leurs activités vers la réalisation des objectifs définis en matière de développement durable. L'expression est tirée du chapitre 28 d'Action 21 – le document officiellement approuvé par tous les représentants gouvernementaux présents à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (aussi appelée Sommet Planète Terre), qui s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992.

Adaptabilité

Voir capacité d'adaptation.

Adaptation

Réaction des systèmes naturels ou anthropiques aux stimuli climatiques réels ou prévus ou à leurs effets, en vue d'en atténuer les inconvénients ou d'en exploiter les avantages. On distingue plusieurs sortes d'adaptations, notamment :

l'adaptation anticipative : adaptation qui a lieu avant que les effets des changements climatiques soient observables. On parle aussi d'adaptation proactive;

l'adaptation autonome : adaptation qui ne constitue pas une réaction réfléchie aux stimuli climatiques, mais qui résulte de changements écologiques des systèmes naturels ou d'une évolution des conditions socio-économiques propres aux systèmes anthropiques. On parle aussi d'adaptation spontanée;

l'adaptation prévue : adaptation qui résulte de décisions stratégiques délibérées, fondées sur une perception claire des conditions qui ont changé - ou qui sont sur le point de changer - et sur les mesures qu'il convient de prendre pour revenir, s'en tenir ou parvenir à la situation souhaitée;

l'adaptation de caractère privé : adaptation qui est amorcée et réalisée par des individus, des ménages ou des entreprises privées. Cette sorte d'adaptation sert d'ordinaire les intérêts de ceux qui la mettent en œuvre;

l'adaptation de caractère public : adaptation qui est amorcée et réalisée par les services publics. Cette sorte d'adaptation sert généralement les intérêts de la collectivité;

l'adaptation réactionnelle : adaptation qui a lieu après que les effets des changements climatiques ont été observés.

Voir aussi évaluation des mesures d'adaptation, avantages des mesures d'adaptation, coûts des mesures d'adaptation, capacité d'adaptation et inadaptation.

Aéroallergène

Allergène en suspension dans l'air.

Aérosols

Ensemble de particules solides et liquides en suspension dans l'air, généralement d'une taille comprise entre 0,01 et 10 µm et séjournant au moins plusieurs heures dans l'atmosphère. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. Ils peuvent influencer sur le climat de deux façons : directement, en dispersant et en absorbant le rayonnement, et indirectement, en agissant comme noyaux de condensation pour la formation de nuages ou la modification des propriétés optiques et de la durée de vie des nuages.

Agronomie

Branche de l'agriculture qui porte sur la théorie et la pratique de la production végétale de plein champ et sur la gestion scientifique des sols.

Albédo

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

Alcalinité

Mesure de la capacité de l'eau de neutraliser les acides.

Alimentation d'une nappe souterraine

Réapprovisionnement en eau de la zone de saturation d'un aquifère, soit directement dans la formation concernée, soit indirectement par le biais d'une autre formation.

Allergène

Substance antigénique susceptible de provoquer une réaction d'hypersensibilité de type immédiat.

Amplitude diurne de la température

Différence entre les températures maximale et minimale enregistrées dans le courant d'une journée.

Anaérobie

Se développant, se déroulant ou se produisant en l'absence d'oxygène libre.

Analyse de l'équilibre général

Approche fondée sur la prise en compte simultanée de l'ensemble des marchés d'une économie donnée ainsi que des effets de rétroaction entre ces marchés.

Anoxie

Insuffisance d'oxygène, notamment d'une ampleur telle qu'elle cause des dommages permanents.

Anthropique

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

Aquiculture

Élevage de poissons, de mollusques ou de crustacés ou production végétale à des fins alimentaires dans des bassins aménagés à cet effet.

Aquifère

Formation poreuse enfermant de l'eau. Un aquifère à nappe libre est alimenté par les précipitations locales et les cours d'eau et les lacs avoisinants, le taux de recharge étant fonction de la perméabilité des roches et des sols environnants. Un aquifère à nappe captive se caractérise par la présence d'une couche sus-jacente imperméable neutralisant toute influence des précipitations locales.

Arbovirus

Ensemble des virus transmis par les arthropodes, dont les agents responsables de la dengue, de la fièvre jaune et de certaines formes d'encéphalite.

Atténuation

Intervention humaine visant à réduire les sources ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre.

Autotrophe

Qualifie un organisme indépendant de toute source extérieure de carbone organique (ou de ses composés) pour la production de ses propres constituants organiques, qui peuvent être élaborés entièrement à partir de matière inorganique. Les plantes sont autotrophes (ou plus exactement photoautotrophes), car elles utilisent l'énergie solaire pour produire des composés du carbone organique à partir de carbone inorganique et d'eau lors du processus de photosynthèse.

Autres modes de transfert des risques

Instruments financiers destinés à pallier les insuffisances des contrats d'assurance classiques (par exemple les fonds obligataires pour faire face aux catastrophes).

Avantages des mesures d'adaptation

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

Bassin

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

Bassin

Voir réservoir.

Bassin de carbone du sol

Bassin de carbone que constituent spécifiquement les sols. Cela comprend différentes formes de carbone organique (humus) et minéral ainsi que le charbon de bois, mais ne comprend ni la biomasse (racines, bulbes, etc.), ni la faune des sols (animaux).

Bassin hydrographique

Zone qui recueille et draine les eaux de pluie.

Benthique

Se dit de l'ensemble des organismes (ou du biote) qui vivent sur le fond – ou à proximité du fond – de la mer, des cours d'eau ou des lacs.

Biocarburant

Carburant obtenu à partir de matière organique sèche ou d'huiles combustibles produites par les plantes. Au nombre des biocarburants figurent l'alcool (obtenu par fermentation du sucre), la liqueur noire issue de la préparation de la pâte à papier, le bois et l'huile de soja.

Biodiversité

Nombre et abondance relative des gènes (diversité génétique), des espèces et des écosystèmes (des communautés) présents dans une zone donnée. Voir aussi diversité fonctionnelle.

Biomasse

Masse totale des organismes vivants se trouvant dans un périmètre ou un volume donné; depuis quelque temps, les végétaux morts sont souvent inclus dans la biomasse.

Biome

Ensemble homogène de communautés végétales et animales occupant de vastes unités géographiques caractérisées par des conditions similaires du milieu.

Biosphère

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 du sol et les détritiques océaniques.

Biote

Ensemble des organismes vivants d'une région donnée; la faune et la flore considérées comme un tout.

Blanchissement des coraux

Décoloration des coraux due à la disparition des algues symbiotiques. Ce blanchissement est la manifestation du choc physiologique résultant de variations brusques de la température, de la salinité et de la turbidité.

Boisement

Plantation de nouvelles forêts sur des terres qui n'avaient jusqu'ici jamais été boisées. Pour toute analyse du terme forêt et des termes apparentés, tels que boisement, reboisement et déboisement, on se reportera au rapport intitulé *Land Use, Land-Use Change, and Forestry: Special Report of the IPCC* (IPCC, 2000)

Boucle microbienne

Réseau trophique complexe comprenant les bactéries, les organismes végétaux et animaux unicellulaires, les virus et la matière organique dissoute et particulaire. Cette matière, libérée par les organismes, est utilisée par les bactéries dont se nourrissent les protozoaires, qui servent à leur tour d'aliments aux métazoaires. Environ 50 % de la production primaire (et souvent plus) est issue de la boucle microbienne plutôt que de la chaîne alimentaire classique allant du phytoplancton aux herbivores.

Brise-lames

Ouvrage (digue ou jetée) édifié en mer afin de protéger un port, une aire de mouillage, une plage ou une zone côtière contre l'action des vagues.

Calotte glaciaire

Masse de glace en forme de dôme, recouvrant une zone située en altitude, considérablement moins étendue qu'une nappe glaciaire.

Capacité d'adaptation

Capacité d'un système de s'adapter aux changements climatiques (notamment à la variabilité du climat et aux phénomènes extrêmes), de façon à atténuer les dommages potentiels, à tirer parti des possibilités offertes et à faire face aux conséquences.

Capacité de charge

Nombre d'individus d'une population dont les ressources d'un habitat peuvent s'accommoder.

Capacité vectorielle

Concept quantitatif utilisé dans le cadre des études portant sur la dynamique de la transmission du paludisme pour exprimer le nombre moyen de piqûres potentiellement infectieuses imputables à tous les vecteurs dont est victime un hôte en un jour, ou encore le nombre de nouvelles inoculations d'une maladie à vecteur imputables à une espèce donnée de vecteur à partir d'un hôte infectieux en un jour.

Changements climatiques

Changements du climat, qu'ils soient dus à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. Cette définition diffère de celle qui figure dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et qui s'énonce ainsi : «On entend par "changements climatiques" 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». Voir aussi variabilité du climat.

Choléra

Infection intestinale qui se traduit par des selles aqueuses, des crampes abdominales et un éventuel collapsus dû à la déshydratation.

Circulation thermohaline

Dans les océans, circulation à grande échelle sous l'effet des variations de densité liées aux différences de température et de salinité. Dans l'Atlantique Nord, la circulation thermohaline consiste en un déplacement vers le nord des eaux chaudes de surface et en un déplacement vers le sud des eaux froides des grands fonds, entraînant un transfert net de chaleur vers le pôle. Les eaux de surface s'enfoncent vers le fond dans des zones très restreintes situées à des latitudes élevées.

Climat

Au sens étroit du terme, le climat désigne généralement le «temps moyen»; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années (la période classique, définie par l'Organisation météorologique mondiale, est de 30 ans). Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Dans un sens plus large, le climat est la description statistique de l'état du système climatique.

Conditions de base (ou de référence)

Les conditions de base (ou de référence) sont les conditions par rapport auxquelles un éventuel changement est mesuré. Il peut s'agir de «conditions de base actuelles», c'est-à-dire de conditions observables à l'heure actuelle, ou de «conditions de base futures», correspondant à un ensemble projeté de conditions – à l'exception du principal élément d'intérêt. Les diverses interprétations des conditions de référence peuvent donner lieu à de multiples conditions de base.

Consommateurs de niveau trophique supérieur

Organismes situés à l'extrémité supérieure de la chaîne alimentaire; prédateurs en bout de chaîne.

Consommation d'eau

Quantité d'eau irrémédiablement perdue en un lieu donné du fait de ses divers usages (évaporation et production de biens). La consommation d'eau correspond à la différence entre l'eau prélevée et l'eau rejetée.

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

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

Cordillère

Chaîne de montagnes aux sommets reliés quoique distincts. En Amérique du Sud, le terme «cordillère» fait référence à une chaîne de montagnes particulière.

Couche active

Couche supérieure du pergélisol qui est soumise au gel et au dégel saisonniers.

Couche de mélange

Couche supérieure de l'océan, bien mélangée par suite des interactions avec l'atmosphère sus-jacente.

Courant circumpolaire antarctique

Courant de l'océan Austral qui fait le tour complet de l'Antarctique sous l'effet des vents d'ouest circumpolaires.

Coût de substitution

Coût du renoncement à une activité économique au profit d'une autre.

Coûts des mesures d'adaptation

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

Couverture de neige

Voir manteau neigeux.

Cryosphère

Composante du système climatique correspondant à la masse totale de neige, de glace et de pergélisol au-dessus et au-dessous de la surface des terres émergées et des océans.

Cryptosporidiose

Infection opportuniste causée par un parasite intestinal présent chez les animaux et qui se transmet à l'homme par suite de l'ingestion de nourriture ou d'eau contaminées par les excréments d'animaux. Le parasite provoque une forte diarrhée chronique, surtout chez les personnes déjà infectées par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH).

Cycle du carbone

Expression utilisée pour désigner l'échange de carbone (sous diverses formes, par exemple sous forme de dioxyde de carbone) entre l'atmosphère, les océans, la biosphère terrestre et la lithosphère.

Débit de base

Débit habituel d'un cours d'eau, qui résulte principalement de l'écoulement fluvial d'origine souterraine, de l'écoulement souterrain différé et/ou du débit sortant des lacs.

Déboisement

Conversion d'une forêt en zone non forestière. Pour toute analyse du terme forêt et de termes apparentés tels que boisement, reboisement ou déboisement, on se reportera au rapport du GIEC intitulé *Land-Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the IPCC* (IPCC, 2000).

Dengue

Infection virale transmise par des moustiques, souvent appelée «breakbone fever» en raison des douleurs violentes qu'elle déclenche dans le dos et les articulations. Des infections répétées peuvent provoquer une dengue hémorragique ou une dengue à syndrome de choc, qui peut être mortelle.

Dénutrition

Conséquence d'une consommation d'aliments insuffisante pour répondre aux besoins courants en énergie alimentaire ainsi que d'une absorption médiocre et/ou d'un piètre usage biologique des nutriments consommés.

Désert

Ecosystème où la précipitation est inférieure à 100 mm par an.

Désertification

Dégradation des sols dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches due à divers facteurs, dont les variations du climat et l'activité humaine. Par ailleurs, la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification définit la dégradation des sols comme la diminution ou la disparition, dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, 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 et biologiques ou économiques des sols; et iii) la disparition à long terme de la végétation naturelle.

Développement durable

Développement répondant aux besoins actuels sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins.

Diatomé

Classe d'algues unicellulaires (Bacillariophycées) très abondantes à la surface du sol et dans les milieux dulçaquicole et marin, notamment dans les eaux froides de faible salinité. Ces algues sont formées d'une seule cellule dont la dimension varie de 5 à 2000 µm.

Dilatation thermique

En rapport avec l'élévation du niveau de la mer, augmentation du volume (ou 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.

Dioxyde de carbone (CO₂)

Gaz d'origine naturelle ou résultant de la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse ainsi que de changements d'affectation des sols et d'autres procédés industriels. C'est le principal gaz à effet de serre dû à l'activité humaine qui influe sur le bilan net du rayonnement à la surface de la Terre. C'est aussi le gaz de référence par rapport auquel sont mesurés tous les autres gaz à effet de serre, et qui a donc un potentiel de réchauffement global égal à 1.

Disparition locale

Disparition d'une espèce dans une partie seulement de son habitat.

Diversité fonctionnelle

Nombre d'organismes différents sur le plan fonctionnel qui sont présents dans un écosystème (on parle aussi de «types fonctionnels» et de «groupes fonctionnels»).

Eau antarctique de fond

Eau présente dans les mers entourant l'Antarctique, dont la température varie de 0 à -0,8 °C, dont la salinité varie de 34,6 à 34,7 unités de salinité pratique (USP) et dont la densité est proche de 27,88. C'est l'eau la plus dense en milieu océanique.

Eau intermédiaire antarctique

Eau résultant du refroidissement à grande échelle et de la convergence d'Ekman dans l'océan Austral.

Ecoservice

Processus ou fonction écologique qui présente un intérêt certain pour une société ou pour les éléments qui la composent.

Ecosystème

Système où des organismes vivants interagissent avec leur environnement physique. Les limites de ce qu'on peut appeler un écosystème sont assez arbitraires et dépendent de ce qui retient l'attention ou du thème de l'étude. Ainsi, un écosystème peut se limiter à un espace très réduit ou s'étendre à la planète entière.

Ecotone

Zone de transition entre des communautés écologiques adjacentes (par exemple entre une forêt et une prairie), où l'on retrouve souvent en concurrence des organismes communs aux deux écosystèmes.

Écoulement

Partie des précipitations qui ne s'évapore pas. Dans certains pays, la notion d'écoulement se limite au seul ruissellement.

Écoulement fluvial

Mouvement de l'eau dans le lit d'un cours d'eau, généralement exprimé en $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$.

Edaphique

Qui se rapporte au sol; facteur lié au sol.

Effet de serre

Les gaz à effet de serre absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, par l'atmosphère elle-même du fait de la présence de ces mêmes gaz et par les nuages. Le rayonnement atmosphérique est émis dans toutes les directions, y compris vers la surface de la Terre. Ainsi, les gaz à effet de serre retiennent la chaleur dans le système surface-troposphère. C'est ce qu'on appelle «l'effet de serre naturel». Le rayonnement atmosphérique est étroitement lié à la température du niveau où il est émis. Dans la troposphère, la température diminue généralement avec l'altitude. En fait, le rayonnement infrarouge dirigé vers l'espace prend naissance à une altitude où la température est en moyenne de

-19 °C, en équilibre avec le rayonnement solaire incident net, tandis que la surface de la Terre se maintient à une température beaucoup plus élevée, de 14 °C en moyenne. Un accroissement de la concentration de gaz à effet de serre entraîne une plus grande opacité de l'atmosphère au rayonnement infrarouge et, par conséquent, un rayonnement effectif vers l'espace à partir d'une altitude plus élevée et à une température plus basse. Il en résulte un forçage radiatif, c'est-à-dire un déséquilibre qui ne peut être compensé que par une hausse de la température du système surface-troposphère. C'est ce qu'on appelle «l'effet de serre renforcé».

Effets cumulés

Ensemble des effets observés dans des régions et/ou des secteurs donnés. Pour totaliser les effets, il faut avoir une idée claire de leur importance relative dans les différentes régions et les différents secteurs considérés (ou se fonder sur des hypothèses précises à ce sujet). Afin de pouvoir évaluer les effets cumulés, il faut notamment connaître le nombre total de personnes qui les subissent, l'évolution de la productivité primaire nette, le nombre des systèmes qui font l'objet de changements ou le coût économique total.

Effets liés au marché

Incidences liées aux mécanismes du marché et qui ont une influence directe sur le produit intérieur brut (PIB) – par exemple des modifications de l'offre et du prix des denrées agricoles. Voir aussi effets non liés au marché.

Effets non liés au marché

Incidences sur les écosystèmes ou la santé qui ne sont pas directement liées aux mécanismes du marché – par exemple un risque accru de mort prématurée. Voir aussi effets liés au marché.

El Niño/oscillation australe (ENSO)

El Niño, au sens original du terme, est un courant marin chaud qui se manifeste périodiquement le long de la côte équatorienne et péruvienne, perturbant la pêche locale. Ce phénomène océanique est lié à une fluctuation de la configuration de la pression en surface et de la circulation dans la partie intertropicale des océans Indien et Pacifique, appelée oscillation australe. La combinaison de ces phénomènes atmosphérique et océanique est appelée *El Niño*/oscillation australe, ou ENSO. Pendant un épisode *El Niño*, les alizés faiblissent et le contre-courant équatorial se renforce, entraînant un déplacement vers l'est des eaux chaudes de surface de la zone indonésienne, qui viennent recouvrir les eaux froides du courant péruvien. Ce phénomène exerce une influence considérable sur le vent, la température de la surface de la mer et les précipitations dans la partie tropicale du Pacifique. Il a des effets climatiques sur l'ensemble du bassin du Pacifique et dans de nombreuses autres régions du monde. Le phénomène inverse est appelé *La Niña*.

Élévation du niveau de la mer

Élévation du niveau moyen de l'océan. L'élévation eustatique du niveau de la mer est la variation du niveau moyen global de la mer occasionnée par une modification du volume des océans, qui peut être due à des variations de la densité de l'eau ou de la masse totale d'eau. L'élévation relative du niveau de la mer correspond à l'élévation nette

du niveau de la mer par rapport aux mouvements de terrain locaux. Les spécialistes de la modélisation du climat s'emploient à évaluer l'élévation eustatique du niveau de la mer, alors que ceux qui mènent des recherches sur les incidences des changements climatiques s'intéressent avant tout à sa variation relative.

Élévation eustatique du niveau de la mer

Voir élévation du niveau de la mer.

Embâcle

Amoncellement de fragments de glace de rivière ou de mer dans un chenal étroit.

Endémique

Limité ou propre à une localité ou à une région. Sur le plan sanitaire, se dit d'une maladie ou d'un agent habituellement présent ou très répandu dans une population ou une zone géographique donnée.

Energie primaire

Energie disponible dans les ressources naturelles (charbon, pétrole brut, lumière solaire, uranium, etc.) qui n'a subi aucune conversion ou transformation anthropique.

Enzootie

Maladie qui ne s'attaque qu'aux animaux d'une région donnée. Correspond à une maladie endémique chez l'homme.

Epi

Ouvrage bas et étroit, généralement perpendiculaire au rivage, destiné à protéger le littoral de l'érosion due à l'action des courants, des marées ou des vagues, ou encore à piéger le sable en vue de consolider ou d'aménager une plage.

Epidémique

Qui touche en même temps un nombre anormalement élevé d'individus; se dit spécialement des maladies infectieuses, mais s'applique aussi aux autres maladies, aux lésions ou à d'autres problèmes sanitaires liés à ces poussées épidémiques.

Erosion

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

Erosion thermique

Erosion d'un pergélisol à haute teneur en glace par l'action thermique et mécanique de l'eau courante.

Espèce anadrome

Espèce de poisson – le saumon, par exemple – qui se reproduit en eau douce et passe le reste de son existence dans l'océan, jusqu'à maturité.

Espèce clé

Espèce dont la présence est primordiale pour de nombreux autres organismes et dont la disparition entraîne souvent celle d'autres espèces et modifie grandement le fonctionnement des écosystèmes.

Espèce envahissante

Espèce introduite qui envahit des habitats naturels.

Espèce exotique

Voir espèce introduite.

Espèce introduite

Espèce présente dans une région ne faisant pas partie de son aire de distribution naturelle par suite de son introduction accidentelle par l'homme (on parle aussi d'espèce «exotique» ou «étrangère»).

Espèce obligatoire

Espèce qui ne s'accommode que d'un mode de vie particulier.

Euphotique

Qualifie les couches superficielles des océans, des lacs et des cours d'eau, où la lumière est assez intense pour permettre la photosynthèse.

Eutrophisation

Enrichissement (naturel ou par suite d'une pollution) d'une masse d'eau (souvent peu profonde) en substances nutritives dissoutes, avec appauvrissement saisonnier de la teneur en oxygène dissous.

Évaluation des incidences (du climat)

Processus de détermination et d'évaluation des conséquences néfastes ou bénéfiques de l'évolution du climat pour les systèmes naturels et humains.

Évaluation des mesures d'adaptation

Détermination des mesures envisageables en matière d'adaptation aux changements climatiques et évaluation de ces mesures en fonction de critères tels que la disponibilité, les avantages, les coûts, l'efficacité ou la faisabilité.

Évaluation globale

Méthode d'analyse qui combine de manière cohérente les résultats et les modèles émanant des sciences physiques, biologiques, économiques et sociales ainsi que leurs interactions, en vue de prévoir les conséquences des changements climatiques et d'envisager l'action à engager pour y faire face.

Évaporation

Passage de l'état liquide à l'état gazeux.

Évapotranspiration

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

Événement météorologique extrême

Un événement météorologique extrême est un événement rare selon les statistiques relatives à sa fréquence en un lieu donné. Si les définitions du mot «rare» varient considérablement, un phénomène météorologique extrême devrait normalement être aussi rare, sinon plus, que les 10^e ou 90^e percentiles. Par définition, les caractéristiques de ce qu'on appelle «conditions météorologiques extrêmes» varient d'un endroit à l'autre. Un «événement météorologique extrême» correspond à la moyenne

d'un certain nombre d'événements météorologiques se produisant sur une certaine période de temps, cette moyenne étant elle-même extrême (par exemple, les précipitations enregistrées au cours d'une saison).

Exposition

Manière dont un système est exposé à des variations importantes du climat et ampleur du phénomène.

Externalités

Sous-produits des activités qui influent sur la qualité de la vie ou l'état de l'environnement et qui ne sont pas pris en compte dans les prix du marché. Les coûts (ou les avantages) des externalités ne sont pas comptabilisés.

Extinction

Disparition complète d'une espèce.

Fertilisation par le CO₂

Voir fertilisation par le dioxyde de carbone.

Fertilisation par le dioxyde de carbone

Stimulation de la croissance des plantes due à une concentration accrue de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Selon leur mode de photosynthèse, certains types de végétaux sont plus sensibles aux variations de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. En particulier, les plantes en C₃ sont plus sensibles au CO₂ que les plantes en C₄.

Fibre

Bois, bois de feu (ligneux ou non).

Fleur d'eau

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

Flux de carbone

Taux d'échange de carbone entre différents bassins, exprimé en unités de masse par unité de surface et unité de temps (ex : t C ha⁻¹ a⁻¹).

Forçage radiatif

Le forçage radiatif est la variation de l'éclairement énergétique vertical net [exprimé en watts par mètre carré (W m⁻²)] à la tropopause par suite d'un changement interne ou d'une modification du forçage externe du système climatique – par exemple une modification de la concentration de dioxyde de carbone ou de la production solaire. En général, on calcule le forçage radiatif après avoir laissé les températures stratosphériques se réadapter à l'équilibre radiatif, toutes les autres propriétés troposphériques étant toutefois maintenues à leurs valeurs non perturbées.

Forêt

Type de végétation dominé par les arbres. De nombreuses définitions du terme forêt sont utilisées dans le monde, du fait de la grande disparité des conditions bio-géophysiques, des structures sociales et des conditions économiques. Pour toute analyse du terme forêt et des termes apparentés, tels que boisement,

reboisement et déboisement, on se reportera au rapport spécial du GIEC intitulé *Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the IPCC* (IPCC, 2000).

Forêt boréale

Forêt de pins, d'épicéas, de sapins et de mélèzes qui s'étend de la côte est du Canada à l'Alaska et de la côte ouest de la Sibérie aux plaines européennes.

Formation d'eau des grands fonds

Se produit lorsque l'eau de mer gèle pour former de la glace de mer. La libération locale de sel et l'augmentation de la densité qui en découle aboutissent à la formation d'eau froide salée qui vient s'accumuler au fond des océans. Voir eau antarctique de fond.

Gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre sont les constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, qui absorbent et émettent un rayonnement à des longueurs d'onde données du spectre du rayonnement infrarouge 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. L'atmosphère contient en outre un certain nombre de gaz à effet de serre entièrement anthropiques 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).

Géomorphologique

Qui se rapporte à la forme de la Terre et aux particularités de sa surface.

Glacier

Masse de glace terrestre s'écoulant le long d'une pente (par déformation interne et glissement à la base) et limitée dans ses mouvements par la topographie environnante (par exemple les versants d'une vallée ou les sommets voisins); la topographie du substratum rocheux exerce une grande influence sur la dynamique et la pente en surface des glaciers. Les glaciers sont alimentés par la neige accumulée en altitude, cette accumulation étant elle-même compensée par la fonte à basse altitude ou le déversement en mer.

Glissement de terrain

Mouvement en masse de matériaux sous l'effet de la gravité, souvent facilité par la présence d'eau lorsque les matériaux sont saturés; mouvement en masse rapide de sols, de roches ou de débris sur un versant.

Habitat

Milieu ou endroit où un organisme ou une espèce tente de vivre; partie localement circonscrite de l'environnement global.

Halocline

Couche de l'océan caractérisée par un fort gradient vertical de salinité.

Hantavirus

Virus de la famille des bunyaviridae qui provoque un genre de fièvre hémorragique. Il semble que cette maladie soit transmise à l'homme principalement par des rongeurs infectés, soit par contact direct avec les animaux, soit par inhalation ou ingestion de particules contenant leur urine séchée.

Hypolimnion

Partie des lacs qui se trouve au-dessous de la thermocline, constituée d'eau stagnante d'une température généralement uniforme, sauf pendant la période de renversement des eaux.

Ilot de chaleur

Au sein des agglomérations urbaines, zone où la température ambiante est plus élevée en raison de l'absorption de l'énergie solaire par des matériaux tels que l'asphalte.

Immunosuppression

Inhibition ou diminution des réactions normales du système immunitaire.

Inadaptation

Tout changement des systèmes naturels ou humains qui accroît involontairement leur vulnérabilité aux stimuli climatiques; mesures d'adaptation qui ne contribuent pas à réduire la vulnérabilité, mais qui ont au contraire tendance à l'augmenter.

Incertitude

Expression du degré d'inconnaissance d'une valeur (par exemple l'état futur du système climatique). L'incertitude peut résulter d'un manque d'information ou d'un désaccord sur ce qui est connu, voire connaissable. Elle peut avoir diverses origines et peut ainsi résulter d'erreurs chiffrables dans les données, d'une définition trop imprécise des concepts ou de la terminologie employés ou encore de projections incertaines du comportement humain. L'incertitude peut donc être représentée par des mesures quantitatives (par exemple un ensemble de valeurs calculées par divers modèles) ou par des énoncés qualitatifs (reflétant par exemple l'opinion d'une équipe d'experts).

Incidences (du climat)

Conséquences de l'évolution du climat pour les systèmes naturels et humains. Selon que l'on tiendra compte de l'adaptation ou non, on peut établir une distinction entre les incidences potentielles et les incidences résiduelles :

Incidences potentielles – Toutes les incidences qui peuvent se produire dans le cadre de changements climatiques projetés, sans qu'il soit tenu compte de l'adaptation.

Incidences résiduelles – Incidences des changements climatiques après adaptation. Voir aussi effets cumulés, effets liés au marché et effets non liés au marché.

Infrastructure

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

Inlandsis

Voir nappe glaciaire.

Insectes phytophages

Insectes qui se nourrissent de matières végétales.

Insécurité alimentaire

Situation dans laquelle se trouvent des personnes qui n'ont pas un accès assuré à une nourriture saine et nutritive en quantités suffisantes pour leur garantir une croissance normale et une vie saine et active. Cette situation peut résulter d'un manque de nourriture, d'un pouvoir d'achat insuffisant, de problèmes de distribution ou d'une mauvaise utilisation des aliments dans les ménages. L'insécurité alimentaire peut être chronique, saisonnière ou transitoire.

Insolvabilité

Incapacité de satisfaire ses obligations financières; faillite.

Intrusion (ou invasion) d'eau salée

Phénomène par lequel de l'eau salée, plus dense, repousse des eaux douces de surface ou souterraines, généralement dans des zones côtières ou des estuaires.

La Niña

Voir *El Niño*/oscillation australe (ENSO).

Lac endoréique

Lac sans exutoire; on parle aussi de lac fermé.

Lac exoréique

Lac drainé par des exutoires.

Lande

Ensemble des plantes arbustives à croissance lente qui poussent sur des sols incultes, souvent acides et mal drainés.

Légumineuse

Plante ayant la faculté de fixer l'azote de l'air du fait de sa relation symbiotique avec les bactéries du sol (pois, haricot, luzerne, trèfle, etc.).

Lentille d'eau douce

Formation lenticulaire d'eau douce souterraine se trouvant sous une île océanique et surmontant de l'eau salée.

Lessivage

Entraînement des éléments constitutifs des sols ou des produits chimiques épandus par percolation.

Limite des arbres

Limite au-delà de laquelle les arbres ne poussent plus dans les montagnes et aux latitudes élevées.

Limnologie

Science ayant pour objet l'étude des lacs et de leurs biotes.

Limon

Matériau sédimentaire meuble, constitué de particules rocheuses plus petites que les grains de sable et plus grosses que les particules d'argile.

Littoral

Zone côtière; zone de battement des marées.

Maladie à vecteur

Maladie transmise par un vecteur (moustique, tique, etc.); c'est notamment le cas du paludisme, de la dengue et de la leishmaniose.

Maladie infectieuse

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

Maladie transmissible

Maladie infectieuse causée par la transmission d'un agent biologique infectieux (virus, bactérie, protozoaire ou macroparasite multicellulaire).

Manteau neigeux

Accumulation saisonnière de neige fondant lentement. Voir aussi couverture de neige.

Marais

Zone de faible altitude recouverte d'eau en totalité ou en partie en l'absence d'un drainage artificiel.

Marge d'adaptation

Variation des stimuli climatiques à laquelle un système peut être soumis sans effets notables.

MCGAO

Voir modèle climatique.

Méningite

Inflammation des méninges (partie de l'enveloppe du cerveau).

Métazoaire

Animal dont le corps est constitué de plusieurs cellules. Voir aussi protozoaire.

Microclimat

Climat local à la surface – ou à proximité de la surface – de la Terre. Voir aussi climat.

Modèle climatique (hiérarchie)

Représentation numérique du système climatique, fondée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes, leurs interactions et les processus de rétroaction et qui tient compte de la totalité ou d'une partie de ses propriétés connues. Le système climatique peut être représenté par des modèles d'une complexité variable : autrement dit, pour une composante ou une combinaison de composantes donnée, on peut définir une hiérarchie de modèles, différant par certains aspects tels que le nombre de dimensions spatiales, la mesure dans laquelle des processus physiques, chimiques ou biologiques sont explicitement représentés ou le niveau auquel des paramétrisations empiriques entrent en jeu. Les modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan-glaces de mer donnent une représentation d'ensemble du système climatique. Une évolution se fait jour vers des modèles plus complexes à chimie et biologie actives. Les modèles climatiques sont utilisés comme outils de recherche, mais aussi à des fins opérationnelles, y compris pour des prévisions mensuelles, saisonnières et interannuelles du climat.

Modèle de la circulation générale (MCG)

Voir modèle climatique.

Montagnard

Se dit du secteur biogéographique constitué de hauts versants frais et relativement humides situés sous la limite supérieure des arbres et où dominent les conifères de grande taille.

Morbidité

Fréquence d'une maladie ou de tout autre trouble de santé dans une population donnée, compte tenu du taux de morbidité par âge. Parmi les résultats obtenus en matière de santé figurent l'incidence ou la prévalence des maladies chroniques, les taux d'hospitalisation, les consultations pour soins de santé primaires, le nombre de journées d'invalidité (c'est-à-dire de journées d'arrêt de travail) et la prévalence des symptômes.

Morphologie

Forme et structure des organismes ou de leurs parties constituantes.

Mortalité

Fréquence des décès dans une population donnée durant une période de temps précise. Pour calculer la mortalité, on tient compte du taux de mortalité par âge, ce qui permet de déterminer l'espérance de vie et la proportion des morts prématurées.

Mousson

Vent de la circulation atmosphérique générale caractérisé par la persistance saisonnière d'une direction de vent et par un changement marqué de cette direction d'une saison à l'autre.

Mouvement en masse

Tout mouvement d'ensemble de matériaux terrestres dû à la gravité.

Nanoplancton

Phytoplancton dont la longueur varie de 10 à 50 µm.

Nappe glaciaire

Masse de glace terrestre suffisamment épaisse pour couvrir 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 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 abrupts, et la glace s'écoule par le biais de coulées rapides ou de glaciers émissaires et se déverse parfois dans la mer ou dans des plates-formes de glace flottant sur la mer. De nos jours, il existe seulement deux grandes nappes glaciaires dans le monde : le Groenland et l'Antarctique. La nappe glaciaire de l'Antarctique est divisée en une partie est et une partie ouest par la chaîne transantarctique. Pendant les périodes glaciaires, il existait d'autres nappes glaciaires.

Non-linéarité

Un processus est appelé « non linéaire » lorsqu'il n'existe pas de rapport de proportion simple entre ses causes et ses effets.

Oligotrophe

Se dit d'une partie peu productive d'une mer, d'un lac ou d'un cours d'eau, à faible teneur en matières nutritives.

Ongulé

Mammifère quadrupède à sabots, généralement herbivore (ruminants, porcs, camélidés, hippopotames, chevaux, rhinocéros, éléphants, etc.).

Orographie

Étude de la géographie physique des montagnes et des systèmes montagneux.

Oscillation australe

Fluctuation atmosphérique et hydrosphérique à grande échelle, centrée sur la partie équatoriale du Pacifique et caractérisée par une anomalie de pression, celle-ci étant alternativement forte au-dessus de l'océan Indien et au-dessus du Pacifique Sud. Sa période, quelque peu variable, s'établit à 2,33 ans en moyenne. La variation de pression s'accompagne de variations de l'intensité des vents, des courants océaniques, de la température de la mer en surface et des précipitations dans les zones environnantes.

Oscillation nord-atlantique

L'oscillation nord-atlantique consiste en variations contraires de la pression barométrique près de l'Islande et des Açores. C'est le mode dominant de variabilité hivernale du climat dans la partie de l'Atlantique Nord allant du milieu de l'Amérique du Nord à l'Europe.

Ouvrage longitudinal

Mur ou digue construit le long d'une côte pour empêcher l'érosion due aux vagues.

Oxydes d'azote (NO_x)

Les divers types d'oxydes d'azote.

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 photochimique). À de fortes concentrations, l'ozone troposphérique peut avoir des effets nocifs sur un grand nombre d'organismes vivants. Il peut être assimilé à un gaz à effet de serre. Dans la stratosphère, l'ozone 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. L'appauvrissement en ozone stratosphérique, dû à des réactions chimiques qui peuvent être amplifiées par les changements climatiques, a pour conséquence d'intensifier le flux au sol du rayonnement ultraviolet B (UVB). Voir aussi Protocole de Montréal.

Paludisme

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

Paludisme des hauts plateaux

Paludisme qui sévit aux limites altitudinales de sa distribution.

Parcours

Prairies non améliorées, terres arbustives, savanes et toundra.

Particules

Corps de très petites dimensions émis durant la combustion de combustibles fossiles ou de biocarburants. Les particules peuvent être constituées de nombreuses sortes de substances. Les particules les plus nocives sont celles dont le diamètre est inférieur ou égal à 10 microns, aussi appelées PM₁₀.

Partie prenante

Personne ou entité bénéficiant de subventions, de concessions ou d'autres valeurs susceptibles de subir les effets de certaines mesures ou politiques.

Pélagique

Relatif à la pleine mer; qui vit ou se produit en pleine mer.

Pergélisol

Sol gelé en permanence en raison du maintien d'une température inférieure à 0 °C pendant plusieurs années.

Période d'incubation extrinsèque

Dans le cas des arthropodes hématophages susceptibles de transmettre un agent pathogène, intervalle entre le moment où le vecteur ingère le sang infecté et le moment où il est en mesure de transmettre la maladie. S'agissant du paludisme, cette période correspond aux stades du plasmodium qui se déroulent dans l'organisme du moustique femelle (et non pas chez l'hôte humain).

Peuplement humain

Lieu ou zone occupé par des colons.

Phénologie

Etude des phénomènes naturels périodiques (par exemple la prolifération d'algues ou la migration) et de leur rapport avec le climat et ses changements saisonniers.

Photosynthèse

Processus selon lequel les plantes absorbent le dioxyde de carbone de l'air (ou le bicarbonate de l'eau) pour produire des glucides et rejettent de l'oxygène. La photosynthèse s'effectue selon des processus qui varient en fonction de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. Voir aussi fertilisation par le CO₂, plantes en C₃ et plantes en C₄.

Photosynthétat

Produit de la photosynthèse.

Physiographique

Qui se rapporte à la description de la nature et des phénomènes naturels.

Phytoplancton

Ensemble des organismes du plancton qui appartiennent au règne végétal (par exemple les diatomées). Ce sont les végétaux dominants en mer, qui constituent l'élément principal de l'ensemble du réseau trophique marin. Ces organismes unicellulaires sont les principaux agents de la fixation photosynthétique du carbone en milieu océanique. Voir aussi zooplancton.

Piégeage

Processus contribuant à augmenter la teneur en carbone d'un bassin de carbone autre que l'atmosphère.

Plancton

Organismes aquatiques qui dérivent ou nagent sans grand effet. Voir aussi phytoplancton et zooplancton.

Plantes en C₃

Plantes qui synthétisent leurs constituants à partir de molécules à trois atomes de carbone, y compris la plupart des arbres et des plantes agricoles telles que le riz, le blé, le soja, la pomme de terre ou les légumes.

Plantes en C₄

Plantes qui synthétisent leurs constituants à partir de molécules à quatre atomes de carbone; principalement d'origine tropicale, elles comprennent les graminées et des plantes agricoles importantes telles que le maïs, la canne à sucre, le mil ou le sorgho.

Plantes herbacées

Plantes florales non ligneuses.

Plateau de glace

Voir plate-forme de glace.

Plate-forme de glace

Nappe glaciaire flottante d'une épaisseur considérable, reliée à la côte (généralement d'une grande étendue, à surface plane ou légèrement ondulée); il s'agit souvent d'un prolongement de la nappe glaciaire dans la mer.

Pluie efficace

Partie de la pluie totale qui contribue au développement des plantes.

Politique «sans regrets»

Politique procurant des avantages nets sur le plan social, que se produisent ou non des changements climatiques anthropiques.

Pollution diffuse

Pollution dont l'origine ne peut être considérée comme ponctuelle (il peut s'agir par exemple de superficies en culture ou de zones d'exploitation forestière, d'exploitation à ciel ouvert, de décharge de déchets ou de construction). Voir aussi pollution ponctuelle.

Pollution ponctuelle

Pollution dont l'origine peut être considérée comme ponctuelle (canalisation, fossé, puits, conteneur, enclos pour alimentation animale, bateau, etc.). Voir aussi pollution diffuse.

Polynie

Zone de pleine eau dans la banquise ou les glaces de mer.

Population autochtone

Population dont les ancêtres habitaient en un lieu ou dans un pays lorsque des personnes d'une autre culture ou d'un autre horizon ethnique sont entrées en scène et les ont tenus sous leur domination par la conquête, la colonisation ou d'autres moyens et qui vit aujourd'hui en se conformant davantage à ses coutumes et traditions sociales, économiques et culturelles qu'à celles du pays dont elle fait maintenant partie (on parle aussi de population «indigène», «aborigène» ou «tribale»).

Préindustriel

Voir révolution industrielle.

Prélèvement d'eau

Opération consistant à extraire de l'eau de réservoirs d'eau.

Prévision

Voir prévision du climat et projection climatique.

Prévision du climat

La prévision du climat est le résultat d'une tentative visant à décrire ou à estimer au mieux l'évolution effective du climat dans l'avenir, que ce soit à l'échelle de la saison, de l'année ou à plus long terme. Voir aussi projection climatique et scénario climatique.

Production nette d'un biome (NBP)

Gain net ou perte nette de carbone dans une région donnée. La production nette d'un biome est égale à la production nette d'un écosystème, moins la perte de carbone due à une perturbation (par exemple un incendie de forêt ou une exploitation forestière).

Production nette d'un écosystème

Gain net ou perte nette de carbone d'un écosystème. La production nette d'un écosystème est égale à la production primaire nette, moins la perte de carbone due à la respiration hétérotrophique.

Production potentielle

Production estimée d'une culture dans des conditions où les plantes disposent de quantités optimales de matières nutritives et d'eau pour leur développement; d'autres conditions telles que la photopériode, la température ou les caractéristiques des sols sont déterminées par les particularités des lieux.

Production primaire brute (PPB)

Quantité de carbone de l'atmosphère fixé par photosynthèse.

Production primaire nette (PPN)

Quantité de biomasse végétale ou de carbone produite dans une zone donnée. La PPN est égale à la production primaire brute, moins la perte de carbone due à la respiration autotrophique.

Projection (générique)

Une projection est l'indication de l'évolution potentielle à venir 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 et des techniques qui peuvent ou non se concrétiser, et qu'elles sont donc sujettes à une forte incertitude. Voir aussi projection climatique et prévision du climat.

Projection climatique

Projection de la réaction du système climatique à des scénarios d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre et d'aérosols, ou à des scénarios de forçage radiatif, souvent fondés sur des simulations effectuées à l'aide de modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions du climat en ce sens que les projections climatiques 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. Or, ces hypothèses peuvent se réaliser ou non et sont donc sujettes à une forte incertitude.

Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto a été adopté lors de la troisième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), qui s'est tenue en 1997 à Kyoto (Japon). Il comporte des engagements contraignants, en plus de ceux qui figurent dans la CCNUCC. Les pays visés à l'annexe B du Protocole (la plupart des pays de l'OCDE et des pays à économie en transition) se sont engagés à

ramener leurs émissions anthropiques de gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, PFC et SF_6) à 5 % au moins au-dessous de leurs niveaux de 1990 pendant la période d'engagement (2008 à 2012). Le Protocole de Kyoto n'est pas encore entré en vigueur (en juillet 2001).

Protocole de Montréal

Le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, qui a été adopté à Montréal en 1987, puis actualisé et amendé à Londres (1990), Copenhague (1992), Vienne (1995), Montréal (1997) et Beijing (1999), régleme la consommation et la production de produits chimiques chlorés et bromés qui détruisent l'ozone stratosphérique, tels que les CFC, le trichloroéthane ou le tétrachlorure de carbone.

Protozoaire

Organisme animal unicellulaire.

Puits

Tout processus, toute activité ou tout mécanisme qui absorbe des gaz à effet de serre, des aérosols ou des précurseurs de gaz à effet de serre ou d'aérosols présents dans l'atmosphère.

Rayonnement ultraviolet B (UVB)

Rayonnement solaire dont la longueur d'onde varie de 280 à 320 nm et dont la plus grande partie est absorbée par l'ozone stratosphérique. L'accroissement du rayonnement ultraviolet B détruit le système immunitaire et peut avoir d'autres effets nocifs sur les organismes vivants.

Réassurance

Transfert d'une partie des risques assumés au titre de l'assurance primaire à un deuxième niveau d'assureurs (les réassureurs); il s'agit fondamentalement d'une «assurance pour les assureurs».

Reboisement

Plantation de forêts sur des terres anciennement forestières mais converties à d'autres usages. Pour toute analyse du terme forêt et de termes apparentés tels que boisement, reboisement ou déboisement, on se reportera au rapport spécial du GIEC intitulé *Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the IPCC* (IPCC, 2000).

Réduction d'échelle

Réduction de l'échelle d'un modèle, du niveau mondial à un niveau régional.

Régénération

Repeuplement par des moyens naturels (ensemencement sur place ou à partir de peuplements voisins, ou semences apportées par le vent, des oiseaux ou d'autres animaux) ou artificiels (plantation de jeunes plants ou ensemencement direct).

Régime de perturbation

Fréquence, intensité et nature des perturbations telles que les incendies, les pullulations d'insectes ou de ravageurs, les inondations et les sécheresses.

Régions névralgiques de la biodiversité

Régions où de fortes concentrations d'espèces endémiques sont menacées par une destruction massive de leurs habitats.

Régions semi-arides

Ecosystèmes peu productifs malgré une pluviosité supérieure à 250 mm par an; généralement classées dans la catégorie des parcours.

Remontée

Remontée d'eaux profondes à la surface, généralement due à des mouvements horizontaux des eaux superficielles.

Rendement hydraulique

Gain en carbone produit par photosynthèse par perte en eau unitaire due à l'évapotranspiration. Ce rendement peut être évalué à court terme comme le rapport du gain en carbone photosynthétique à la perte en eau unitaire par évapotranspiration ou, à l'échelle d'une saison, comme le rapport de la production primaire nette ou du rendement agricole à la quantité d'eau disponible.

Rente du producteur

Différence entre les recettes et les coûts de production, qui constitue une forme de compensation pour ceux qui possèdent un savoir-faire ou des ressources relativement rares (par exemple des terres agricoles productives).

Réservoir

Composante du système climatique, autre que l'atmosphère, qui a la capacité d'emmagasiner, d'accumuler ou de libérer une substance potentiellement nocive (carbone, gaz à effet de serre, précurseur, etc.). Les océans, les sols et les forêts sont des exemples de réservoirs de carbone. «Bassin» est un terme équivalent (on notera que sa définition englobe souvent l'atmosphère). La quantité absolue de substance potentiellement nocive contenue dans un réservoir à un moment donné est appelée «stock». Le terme «réservoir» signifie aussi un emplacement naturel ou artificiel servant au stockage de l'eau (lac, étang, aquifère, etc.), où l'on peut prélever de l'eau à des fins d'irrigation ou d'alimentation en eau.

Réservoir hôte

Animal, plante, sol ou matière inanimée où vit et se multiplie habituellement un agent pathogène et dont cet agent dépend essentiellement pour sa survie (le renard est ainsi un réservoir pour le virus de la rage). Les réservoirs hôtes peuvent ne présenter aucun symptôme.

Résilience

Ampleur du changement dont un système peut être l'objet sans changer d'état.

Respiration

Processus par lequel les organismes vivants transforment de la matière organique en CO₂, en libérant de l'énergie et en consommant de l'oxygène.

Respiration hétérotrophe

Dégagement de CO₂ dû à la décomposition de matières organiques.

Rétroaction

Processus qui provoque, dans un second processus, des changements qui influent à leur tour sur le processus initial. Une rétroaction positive intensifie le processus initial, et une rétroaction négative l'atténue.

Révolution industrielle

Période de croissance industrielle rapide, aux profondes répercussions sociales et économiques, qui a commencé en Angleterre durant la seconde moitié du XVIII^e siècle et a ensuite gagné l'Europe, puis d'autres pays, dont les États-Unis. L'invention de la machine à vapeur a joué un grand rôle dans le déclenchement de ce phénomène. La révolution industrielle marque le début d'un fort accroissement de l'utilisation des combustibles fossiles et des émissions de gaz, en particulier de dioxyde de carbone fossile. Dans le présent rapport, les termes «préindustriel» et «industriel» se réfèrent respectivement, d'une manière quelque peu arbitraire, aux périodes antérieure et postérieure à l'an 1750.

Ripicole

Se dit des organismes vivant au bord des cours d'eau. Voir riverain.

Riverain

Relatif aux rives ou situé sur les rives d'un cours d'eau naturel ou, parfois, d'un lac ou d'une masse d'eau sujette aux marées. Voir ripicole.

Ruissellement

Eau qui s'écoule à la surface du sol jusqu'au cours d'eau le plus proche; dans un bassin hydrographique, écoulement qui se produit en surface depuis la dernière précipitation.

Salinisation

Accumulation de sels dans les sols.

Tapis roulant océanique

Parcours théorique des eaux océaniques qui circulent autour du globe sous l'effet des vents et de la circulation thermohaline.

SAMW (Sub-Antarctic Mode Water)

Type d'eau de la partie subantarctique de l'océan Austral. La SAMW est une couche d'eau de surface profonde de température et de salinité uniformes, résultant de phénomènes convectifs hivernaux. Elle se caractérise par une température d'environ -1,8 °C et une salinité de quelque 34,4 USP et est séparée de l'eau de surface sus-jacente par une halocline située à une profondeur d'environ 50 m en été. Bien que la SAMW ne soit pas considérée comme une masse d'eau, elle fait cependant partie des «eaux centrales de l'hémisphère Sud» et joue en outre un rôle de premier plan dans la formation des «eaux intermédiaires antarctiques» dans la partie orientale du Pacifique Sud. Elle est également connue sous le nom d'«eau d'hiver».

Scénario (générique)

Description vraisemblable et souvent simplifiée de ce que nous réserve l'avenir, fondée sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales relations et forces motrices en jeu. Les scénarios peuvent être établis à partir de projections, mais sont souvent fondés sur des informations supplémentaires émanant d'autres sources, parfois accompagnées d'un « canevas circonstancié ». Voir aussi scénario climatique et scénario d'émissions.

Scénario climatique

Représentation plausible et souvent simplifiée du climat futur, fondée sur un ensemble cohérent de relations climatologiques et établie expressément pour déterminer les conséquences possibles des changements climatiques dus à des facteurs anthropiques, qui sert souvent à alimenter les modèles d'impact. Les projections climatiques servent fréquemment de matière première pour l'élaboration de scénarios climatiques, mais ceux-ci nécessitent des informations supplémentaires, par exemple sur le climat observé actuellement. Un « scénario de changement climatique » correspond à la différence entre un scénario climatique et le climat actuel.

Scénario de référence

Voir conditions de base (ou de référence).

Scénarios d'émissions

Représentation plausible de l'évolution future des émissions de substances susceptibles d'avoir des effets radiatifs (par exemple les gaz à effet de serre ou les aérosols), 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. Le GIEC a présenté en 1992 un ensemble de scénarios d'émissions qui lui ont servi à établir les projections climatiques figurant dans son deuxième Rapport d'évaluation (IPCC, 1996). Ces scénarios d'émissions ont été appelés « scénarios IS92 ». Dans le rapport spécial du GIEC consacré aux scénarios d'émissions (Nakicenovic *et al.*, 2000), de nouveaux scénarios d'émissions, appelés « scénarios SRES », ont été publiés.

Sécheresse

Phénomène résultant d'une insuffisance marquée des précipitations, qui donne lieu à un déséquilibre hydrique préjudiciable aux systèmes d'exploitation des ressources en sols.

Sensibilité

Proportion dans laquelle un système est influencé, favorablement ou défavorablement, par des stimuli liés au climat. Les effets peuvent être directs (par exemple une modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple des dommages causés par la fréquence accrue des inondations de zones côtières dues à l'élévation du niveau de la mer).

Singularité à grande échelle

Changement soudain et spectaculaire d'un système par suite d'un changement graduel des éléments moteurs. Ainsi, l'augmentation graduelle de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère peut donner lieu à des singularités à grande échelle telles que le ralentissement ou l'arrêt de la circulation thermohaline ou l'affaissement de la nappe glaciaire de la partie ouest de l'Antarctique. L'apparition et l'ampleur de ces singularités sont cependant difficiles à prévoir.

Smog photochimique

Mélange de polluants oxydants produits par des réactions photochimiques entre le rayonnement solaire et des polluants atmosphériques primaires tels que les hydrocarbures.

Source

Tout processus, toute activité ou tout mécanisme qui libère des gaz à effet de serre, des aérosols ou des précurseurs de gaz à effet de serre ou d'aérosols dans l'atmosphère.

Stimuli (liés au climat)

Tous les éléments des changements climatiques, y compris les caractéristiques du climat moyen, la variabilité du climat ainsi que la fréquence et l'ampleur des extrêmes.

Stochastique

Se dit d'événements dépendant de variables aléatoires ou soumis au hasard ou à des probabilités.

Stock

Voir réservoir.

Stratosphère

Région fortement stratifiée de l'atmosphère, située au-dessus de la troposphère, s'étendant d'environ 10 km (en moyenne, de 9 km aux latitudes élevées à 16 km dans la zone tropicale) à environ 50 km d'altitude.

Stress hydrique

Un pays est soumis à un stress hydrique lorsque la nécessité d'une alimentation en eau douce assurée par prélèvement d'eau est un frein au développement. Des prélèvements d'eau représentant plus de 20 % de l'alimentation en eau renouvelable sont considérés comme un indice de stress hydrique.

Submersion

Élévation du niveau de l'eau par rapport à la terre ferme, de sorte que des zones précédemment découvertes deviennent inondées. Ce phénomène résulte soit d'un abaissement du sol, soit d'une élévation du niveau de l'eau.

Subsidence

Abaissement soudain ou affaissement graduel de la surface du globe, en l'absence presque complète de mouvements horizontaux.

Succession

Modification de la composition des communautés végétales par suite d'une perturbation.

Sylviculture

Culture et entretien d'une forêt.

Synoptique

Relatif aux conditions atmosphériques et météorologiques qui dominent sur une vaste étendue.

Système climatique

Le système climatique est un système extrêmement complexe qui comprend cinq grands éléments, à savoir l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère, les terres émergées et la biosphère, et qui résulte de leurs interactions. Il évolue avec le temps sous l'influence de sa propre dynamique interne et par suite de forçages externes tels que les éruptions volcaniques, les variations de l'activité solaire ou les forçages dus à l'activité humaine (par exemple les variations de la composition de l'atmosphère ou les changements d'affectation des sols).

Système humain

Tout système où l'organisation humaine joue un rôle de premier plan. Souvent, mais pas toujours, le terme est synonyme de «société» ou de «système social» (système agricole, système politique, système technologique, système économique, etc.); tous ces systèmes sont des systèmes humains, dans le sens employé dans le troisième Rapport d'évaluation.

Systèmes uniques et menacés

Entités dont l'étendue géographique est relativement restreinte, mais qui peuvent influencer sur d'autres entités, souvent plus grandes, en dehors de leur aire propre; le caractère limité de l'aire géographique considérée met en évidence la sensibilité aux variables environnementales, notamment climatiques, et la vulnérabilité possible aux changements climatiques.

Taïga

Forêts de conifères de la partie septentrionale de l'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Asie.

Thermocline

Zone des océans, située en général à une profondeur de 1 km, où la température décroît rapidement avec la profondeur et qui marque la limite entre les eaux de surface et les eaux profondes.

Thermokarst

Modèle irrégulier en bosses et en creux d'un sol gelé par suite de la fonte de la glace.

Toundra

Plaine non arborée, plate ou légèrement ondulée, caractéristique des régions arctiques et subarctiques.

Tourbe

Sol meuble essentiellement constitué de matière organique en partie décomposée, accumulée dans un milieu saturé en eau ou dans des conditions qui ralentissent la décomposition.

Tourbière

Milieu mal drainé riche en matières végétales accumulées, entourant souvent une masse d'eau libre et possédant une flore caractéristique (carex, Ericacées, sphaignes, etc.).

Transpiration

Emission de vapeur d'eau à partir de la surface des feuilles ou d'autres parties des plantes.

Troposphère

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 dans la zone tropicale), où se forment les nuages et où se produisent les phénomènes météorologiques. Dans la troposphère, la température diminue généralement avec l'altitude.

Trypanosomiase

Maladie parasitaire causée par des protozoaires du genre *Trypanosoma* cruzi et transmise, en Amérique, par des réduves hématophages. Cette maladie se manifeste par des symptômes correspondant à sa forme aiguë (fièvre, tuméfaction de la rate, œdèmes) ou chronique (syndrome digestif, cardiopathie pouvant entraîner la mort).

Tsunami

Raz de marée engendré par un séisme, une éruption volcanique ou un glissement de terrain sous-marin.

Unité soumise à exposition

Activité, groupe, région ou ressource soumis à des stimuli climatiques.

Urbanisation

Conversion de terres à l'état naturel, cultivées ou non, en zones urbaines. Le processus va de pair avec un exode rural, une proportion croissante de la population venant s'installer dans des établissements définis comme des «centres urbains».

Utilisation des terres

Ensemble des dispositions, activités et apports par type de couverture terrestre (ensemble d'activités humaines). Raisons sociales et économiques de l'exploitation des terres (pâturage, exploitation forestière, conservation, etc.).

Variabilité du climat

Par variabilité du climat, on entend généralement les variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts-types, apparition d'extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales autres que celle de phénomènes météorologiques particuliers. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne) ou à des variations du forçage externe naturel ou anthropique (variabilité externe). Voir aussi changements climatiques.

Vecteur

Tout organisme (un insecte, par exemple) susceptible de transmettre un agent pathogène. Voir aussi maladie à vecteur et capacité vectorielle.

Ventilation océanique

Plongée des eaux océaniques superficielles vers les grands fonds. Voir aussi formation d'eau des grands fonds.

Vernalisation

Traitement des graines, des bulbes ou des plantules en vue de raccourcir la phase végétative et de hâter la floraison et la fructification des plantes.

Vulnérabilité

Mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation.

Xérique

Qui ne nécessite que de faibles quantités d'eau.

Zone alpine

Zone biogéographique correspondant aux régions escarpées qui se trouvent au-dessus de la limite de végétation des arbres et caractérisée par la présence de plantes herbacées à rosettes et de plantes arbustives ligneuses à croissance lente.

Zones arides

Ecosystèmes où la précipitation est inférieure à 250 mm par an.

Zoonose

Maladie transmissible d'une espèce animale ou non humaine à l'homme. Le réservoir naturel d'une telle maladie est un animal non humain.

Zooplancton

Ensemble des organismes du plancton qui appartiennent au règne animal. Ces organismes se nourrissent de phytoplancton ou d'autres organismes du zooplancton. Voir aussi phytoplancton.

Sources :

- GIEC**, 1996: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution du Groupe de travail I au deuxième rapport d'évaluation du GIEC*. [J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg et K. Maskell (directeurs de publication)]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (NY, Etats-Unis d'Amérique), 572 pages.
- GIEC**, 1998 : *Incidences de l'évolution du climat dans les régions : évaluation de la vulnérabilité. Rapport spécial du GIEC*. [Watson, R.T., M.C. Zinyowera et R.H. Moss (directeurs de publication)]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (NY, Etats-Unis d'Amérique), 517 pages.
- GIEC**, 2000: *Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie. Rapport spécial du GIEC*. [R.T. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo et D.J. Dokken, (directeurs de publication)]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (NY, Etats-Unis d'Amérique), 377 pages.
- JACKSON**, J. (directeur de publication), 1997 : *Glossary of Geology*, American Geological Institute, Alexandria (Virginie, Etats-Unis d'Amérique).
- MOSS**, R.H. et S.H. Schneider, 2000 : Uncertainties in the IPCC TAR: recommendations to lead authors for more consistent assessment and reporting. In : *Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC* [R. Pachauri, K. Tanaka et T. Taniguchi (directeurs de publication)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Genève (Suisse), pages 33-51. Disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.gispri.or.jp>.
- NAKICENOVIC**, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T. Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor et Z. Dadi, 2000: *Scénarios d'émissions. Rapport spécial du Groupe de travail III du GIEC*. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (NY, Etats-Unis d'Amérique), 599 pages.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement**, 1995 : *Global Biodiversity Assessment* [Heywood, V.H. et R.T. Watson (directeurs de publication)]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (NY, Etats-Unis d'Amérique), 1140 pages.