

Rapport accepté par le Groupe de travail II du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat mais non approuvé dans le détail

L'«acceptation» d'un rapport du GIEC à une session du Groupe de travail ou du Groupe d'experts signifie que, même si le texte n'a pas fait l'objet d'un examen ou d'une adoption ligne par ligne, il présente néanmoins un exposé complet, objectif et équilibré de la question.

Résumé technique

Auteurs-coordonnateurs principaux

Martin Parry (Royaume-Uni), Osvaldo Canziani (Argentine), Jean Palutikof (Royaume-Uni)

Auteurs principaux

Neil Adger (Royaume-Uni), Pramod Aggarwal (Inde), Shardul Agrawala (OCDE/France), Joseph Alcamo (Allemagne), Abdelkader Allali (Maroc), Oleg Anisimov (Russie), Nigel Arnell (Royaume-Uni), Michel Boko (Bénin), Timothy Carter (Finlande), Gino Casassa (Chili), Ulisses Confalonieri (Brésil), Rex Victor Cruz (Philippines), Edmundo de Alba Alcaraz (Mexique), William Easterling (États-Unis d'Amérique), Christopher Field (États-Unis d'Amérique), Andreas Fischlin (Suisse), Blair Fitzharris (Nouvelle-Zélande), Carlos Gay García (Mexique), Hideo Harasawa (Japon), Kevin Hennessy (Australie), Saleemul Huq (Royaume-Uni), Roger Jones (Australie), Lucka Kajfež Bogataj (Slovénie), David Karoly (États-Unis d'Amérique), Richard Klein (Pays-Bas), Zbigniew Kundzewicz (Pologne), Murari Lal (Inde), Rodel Lasco (Philippines), Geoff Love (Australie), Xianfu Lu (Chine), Graciela Magrín (Argentine), Luis José Mata (Venezuela), Bettina Menne (WHO EURO/Allemagne), Guy Midgley (Afrique du Sud), Nobuo Mimura (Japon), Monirul Qader Mirza (Bangladesh/Canada), José Moreno (Espagne), Linda Mortsch (Canada), Isabelle Niang-Diop (Sénégal), Robert Nicholls (Royaume-Uni), Béla Nováky (Hongrie), Leonard Nurse (Barbade), Anthony Nyong (Nigéria), Michael Oppenheimer (États-Unis d'Amérique), Anand Patwardhan (Inde), Patricia Romero Lankao (Mexique), Cynthia Rosenzweig (États-Unis d'Amérique), Stephen Schneider (États-Unis d'Amérique), Serguei Semenov (Russie), Joel Smith (États-Unis d'Amérique), John Stone (Canada), Jean-Pascal van Ypersele (Belgique), David Vaughan (Royaume-Uni), Coleen Vogel (Afrique du Sud), Thomas Wilbanks (États-Unis d'Amérique),

Auteurs collaborateurs

Poh Poh Wong (Singapour), Shaohong Wu (Chine), Gary Yohe (États-Unis d'Amérique)
Debbie Hemming (Royaume-Uni), Pete Falloon (Royaume-Uni)

Éditeurs réviseurs

Wolfgang Cramer (Allemagne), Daniel Murdiyarmo (Indonésie)

Référence bibliographique du présent Résumé technique

Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof et les auteurs de 2007 : Résumé technique in: Bilan 2007 des changements climatiques: Impacts, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson, (éd.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, É.-U.

Table des matières

<i>Encart RT.1 : Résumé des principaux résultats</i>	25	RT.4.4 L'impact des extrêmes et de leurs variations	84
RT.1 Etendue, approche et méthodes de l'Evaluation du Groupe de travail II	26	RT.4.5 Systèmes, secteurs et régions particulièrement touchés	84
<i>Encart RT.1: Les sources du Résumé technique</i>	27	RT.4.6 Événements générant des impacts importants	86
<i>Encart RT.2: Définition de l'incertitude dans le quatrième Rapport du Groupe de travail II</i>	27	<i>Encart RT.7 - Capacité d'adaptation à de multiples facteurs de pression en Inde</i>	86
RT.2 Connaissance actuelle des impacts observés sur les systèmes naturels et les systèmes sous gestion	28	RT.4.7 Estimation des coûts du changement climatique	87
<i>Encart RT.3: Définition des principaux termes</i>	28	RT.5 Connaissances actuelles sur les réponses au changement climatique	88
RT.3 Méthodes et scénarios	33	RT.5.1 Adaptation	88
RT.3.1 Progrès des méthodes disponibles pour les chercheurs qui traitent des impacts des changements climatiques, de l'adaptation et de la vulnérabilité	33	RT. 5.2 Interrelations entre l'adaptation et l'atténuation	92
RT.3.2 Les paramètres du futur dans le quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail II du GIEC	33	RT. 5.3 Vulnérabilités-clés	95
<i>La caractérisation du climat à venir</i>	34	RT. 5.4 Perspectives sur le changement climatique et la durabilité	97
RT.4 Connaissances actuelles sur les futurs impacts	38	RT.6 Progrès des connaissances et besoins de la recherche à venir	99
RT.4.1 Impacts sectoriels, adaptation et vulnérabilité	38	RT 6.1 Progrès des connaissances	99
RT 4.2 Impacts régionaux, adaptation et vulnérabilité	48	RT 6.2 Besoins de la recherche à venir	99
<i>Encart RT.5 – Principaux impacts projetés pour les systèmes et les secteurs</i>	50		
<i>Encart RT.6 – Principaux impacts projetés région par région</i>	71		
RT.4.3. L'ampleur de l'impact selon l'importance du changement climatique	84		

Encart RT.1 : Résumé des principaux résultats

- D'après les données d'observation recueillies sur tous les continents et dans la plupart des océans, beaucoup de systèmes naturels subissent les effets des changements climatiques régionaux, et particulièrement des hausses de température.
- Selon une évaluation globale des données disponibles depuis 1970, il est probable que le réchauffement anthropique a eu une influence perceptible sur de nombreux systèmes physiques et biologiques.
- D'autres effets des changements climatiques régionaux sur le milieu naturel et l'environnement humain commencent à se faire sentir, bien qu'il soit difficile de tous les reconnaître en raison de l'adaptation et des facteurs non climatiques.
- Des informations plus précises sont à présent disponibles à propos de la nature des incidences futures sur un large éventail de systèmes et de secteurs, y compris pour certains domaines qui n'étaient pas couverts par les évaluations précédentes.
- Des informations plus précises sont à présent disponibles à propos de la nature des incidences futures sur les différentes régions du globe, y compris pour certains endroits qui n'étaient pas couverts par les évaluations précédentes.
- L'ampleur des incidences peut désormais faire l'objet d'une évaluation plus systématique pour un éventail de valeurs possibles de l'élévation de température moyenne à l'échelle du globe.
- Les incidences des variations dans de fréquence et d'intensité des phénomènes extrêmes relatifs au temps, au climat et au niveau de la mer vont très probablement évoluer.
- Certains événements climatiques à grande échelle peuvent avoir des incidences considérables, spécialement après le XXI^e siècle.
- Les effets des changements climatiques vont varier selon les régions, mais agrégés et actualisés, ils entraîneront très probablement des coûts annuels nets qui augmenteront avec le temps au fur et à mesure de la hausse des températures.
- Une certaine adaptation est en cours aussi bien pour les changements climatiques observés que pour ceux qui sont projetés, mais cette adaptation est limitée.
- L'adaptation sera nécessaire pour faire face aux effets du réchauffement déjà inévitable du fait des émissions du passé.
- Un large éventail d'options adaptatives sont disponibles, mais une adaptation plus profonde que celle qui est en cours est nécessaire pour réduire la vulnérabilité aux changements climatiques futurs. Il y a des obstacles, des limites et des coûts, mais ils ne sont pas complètement compris.
- La vulnérabilité aux changements climatiques peut être exacerbée par la présence d'autres facteurs de tension.
- Dans le futur, la vulnérabilité ne dépendra pas seulement des changements climatiques mais aussi des voies de développement.
- Le développement durable peut réduire la vulnérabilité aux changements climatiques, et les changements climatiques pourraient limiter la capacité de certains pays à s'engager sur des voies de développement durable.
- Beaucoup d'impacts peuvent être évités, réduits ou retardés par l'atténuation.
- Un portefeuille de mesures d'adaptation et d'atténuation peut diminuer les risques liés aux changements climatiques.

RT.1 Etendue, approche et méthodes de l'Évaluation du Groupe de travail II

La décision de produire un quatrième Rapport d'évaluation (4RE) a été prise par la 19^e Session du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en avril 2002.

Le Rapport du Groupe de travail II comporte 20 chapitres. Les chapitres principaux (3^e-16^e) traitent des incidences futures des changements climatiques sur des secteurs et des régions, sur le potentiel d'adaptation et sur les implications pour la durabilité. Le premier chapitre s'intéresse aux changements observés et le chapitre 2 évalue les nouvelles méthodologies et leur caractérisation des conditions à venir. Les chapitres 17 à 20 évaluent les réponses données aux impacts par l'adaptation (17), les corrélations entre l'adaptation et l'atténuation (18), les principales vulnérabilités et les principaux risques (19) et, finalement, les perspectives relatives aux changements climatiques et à la durabilité (20).

Le quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail II, comme tous les rapports du GIEC, a été écrit de façon ouverte et soumise à l'évaluation des pairs. Il se base sur les évaluations précédentes et sur les Rapports spéciaux du GIEC, et intègre les résultats des cinq dernières années consacrées à la recherche sur les changements climatiques et leurs impacts, à l'adaptation et à la vulnérabilité. Chaque chapitre présente une évaluation équilibrée de la littérature parue depuis la publication du troisième Rapport d'évaluation¹ (TRE), y compris celle qui est parue dans d'autres langues que l'anglais et, lorsqu'il y a lieu, la littérature dite « grise² ».

La présente Évaluation a pour objectif de faire un état des lieux de la connaissance scientifique actuelle sur les incidences, l'adaptation et la vulnérabilité aux changements climatiques. Elle traite spécifiquement de cinq questions:

- Quel est le niveau actuel de connaissances sur les impacts des changements climatiques qui sont observables actuellement ? (traité par la section RT.2 du Résumé technique)

¹ McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White, (éd.), 2001: Bilan 2001 des Changements climatiques: Conséquences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution de climat. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 1032 p.

² On définit comme "grise" la littérature qui n'est pas disponible par le biais des filières habituelles de commercialisation des publications, comme les working papers, les rapports gouvernementaux et les thèses, qui peuvent être difficiles à trouver.

- Quelles sont les nouveaux scénarios et les nouvelles méthodes de recherche qui ont abouti à des améliorations dans les connaissances depuis la publication du troisième Rapport d'évaluation ? (traité par la section RT.3)
- Quel est le niveau actuel de connaissances sur les incidences futures des changements climatiques dans différents secteurs et différentes régions ? (traité par la section RT.4)
- Quel est le niveau actuel de connaissances sur l'adaptation, l'interaction entre l'adaptation et l'atténuation, les vulnérabilités-clés, et le rôle du développement durable dans le cadre des changements climatiques ? (traité par la section RT.5)
- Quelles sont les lacunes de nos connaissances et comment peuvent-elles être comblées au mieux ? (traité par la section RT.6)

Au moins deux Auteurs coordonnateurs principaux, six Auteurs principaux et deux Editeurs-réviseurs ont participé à l'élaboration de chacun des 20 chapitres du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail II. L'équipe rédactionnelle et les éditeurs-réviseurs ont été nommés par le comité du GIEC sur recommandation des co-présidents et vice-présidents du Groupe de travail II. Ils ont été choisis parmi un groupe d'experts nommés, en consultation avec la communauté scientifique internationale active dans ce champ, et en prenant en compte leur degré d'expertise et leur expérience. Au total, le quatrième rapport d'évaluation du Groupe de travail II a mis à contribution 48 Auteurs-coordonnateurs principaux, 125 Auteurs principaux et 45 Editeurs-réviseurs, originaires de 70 pays. De plus, 183 Auteurs collaborateurs et 910 Réviseurs experts ont contribué à la rédaction du rapport.

Le présent Résumé technique se propose de saisir les aspects scientifiques les plus importants de la version complète de l'Évaluation du Groupe de travail II. Condenser 800 pages en 50 n'est pas sans pertes; en conséquence, chaque affirmation du Résumé renvoie à sa source dans l'Évaluation, de manière à ce que le lecteur puisse se rendre compte par lui-même de tous les détails. L'information relative aux sources figure entre crochets dans le texte (v. Encart RT.1). L'information relative aux incertitudes figure entre parenthèses (v. Encart RT.2 pour la définition de l'incertitude). Les termes-clés sont définis dans l'Encart RT.3

Encart RT.1: Les sources du Résumé technique

Par exemple, la source [3.3.2] se réfère au chapitre 3, section 3, sous-section 2. Dans l'indication des sources, F = Figure, T=Tableau, E=Encart, RE = Résumé exécutif.

Exemple de référence à la quatrième Évaluation du Groupe de travail I: [GTI RE4 RID] se rapporte au Résumé à l'intention des décideurs, quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail I; [GT1 RE4 10.3.2] se rapporte au chapitre 10, section 3.2.; [GTI RE4 Chap. 10] signifie que tout le chapitre est mis en références. Lorsqu'une source fait référence à la fois à la quatrième Évaluation du GTI et du GTII, les références sont séparées par un point-virgule, par exemple [GTI RE4 10.2.1 ; 2.1.4]. Les références au Groupe de travail III suivent la même logique.

Encart RT.2: Définition de l'incertitude dans le quatrième Rapport du Groupe de travail II

La palette des termes utilisés pour catégoriser les incertitudes des connaissances actuelles est commune à toutes les parties du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, basée sur la Note d'assistance pour les Auteurs principaux du Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC afin de rendre compte des incertitudes¹, publiée par le GIEC en juillet 2005.

Description du degré de confiance

Sur la base d'un tour d'horizon de la littérature scientifique et sur jugement d'experts, les auteurs ont assigné un degré de confiance aux principales affirmations du Résumé technique, sur la base des connaissances scientifiques actuelles, comme suit :

Terminologie	Degrés de confiance que le résultat soit exact
Confiance très élevée	Au minimum 9 résultats justes sur dix essais
Confiance élevée	Environ 8 chances sur 10
Confiance moyenne	Environ 5 chances sur 10
Confiance basse	Environ 2 chances sur 10
Confiance très faible	Moins d'1 chance sur 10

Description du terme Probabilité

La probabilité fait référence à une évaluation probabiliste de quelque résultat précis s'étant produit ou qui se produira dans le futur; elle peut être basée sur une analyse quantitative ou sur une explication d'avis d'expert. Dans le Résumé technique, lorsque les auteurs évaluent le degré de probabilité de certains résultats, ils l'expriment par les termes suivants:

Terme de probabilité	Probabilité de l'occurrence, du résultat
Pratiquement certain	> 99% de probabilités
Extrêmement probable	> 95% de probabilités
Très probable	> 90% de probabilités
Probable	> 66% de probabilités
Plutôt probable	> 50% de probabilités
Plus probable que non	entre 33 et 66% de probabilités
Non probable	< 33% de probabilités
Très peu probable	< 10% de probabilités
Extrêmement improbable	< 5% de probabilité
Exceptionnellement improbable	< 1% de probabilités

¹ v. <http://www.ipcc.ch/activity/uncertaintyguidancenote.pdf>.

Encart RT.3: Définition des principaux termes

Changement climatique : le GIEC utilise ce terme pour exprimer tout changement du climat, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. Cette définition diffère de celle qui est employée dans la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, dans laquelle le changement climatique s'applique à un changement de climat attribué directement ou indirectement aux activités humaines qui modifient la composition de l'atmosphère dans son ensemble et qui s'ajoute à la variabilité naturelle du climat constatée sur des périodes de temps comparables.

L'adaptation est l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques réels ou attendus ou de leurs effets, qui en diminue les dommages ou tire parti de leurs aspects positifs.

La vulnérabilité est le degré de capacité d'un système de faire face ou non aux effets néfastes du changement climatique (y compris la variabilité climatique et les extrêmes). La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme de l'évolution climatique, des variations auxquelles le système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation.

RT.2 Connaissance actuelle des impacts observés sur les systèmes naturels et les systèmes sous gestion

D'après les données d'observation recueillies sur tous les continents et dans la plupart des océans, beaucoup de systèmes naturels subissent les effets des changements climatiques régionaux, et particulièrement des hausses de température (très haute confiance). Selon une évaluation globale des données disponibles depuis 1970, il est probable que le réchauffement anthropique a eu une influence perceptible sur de nombreux systèmes physiques et biologiques.

La troisième Évaluation du Groupe de travail II du GIEC a découvert des preuves que les récents changements climatiques régionaux, en particulier les augmentations de température, ont déjà affecté des systèmes biologiques et physiques [1.1.1]³. La quatrième Évaluation a analysé les études parues depuis la troisième Évaluation qui mettent en évidence les changements survenus, principalement entre 1970 et 2005, dans les systèmes physiques, biologiques et humains découlant des facteurs climatiques, et en a tiré des preuves chiffrées plus solides [1.3, 1.4]. L'accent principal est mis sur les augmentations de température globale et régionale à la surface du sol [1.2].

L'évaluation des preuves des changements observés associés aux changements climatiques est rendue difficile du fait que les réponses apportées par les systèmes et les secteurs pour y faire face sont affectées par beaucoup d'autres facteurs. Des facteurs non climatiques peuvent

³ v. Encart RT.1

influencer des systèmes ou des secteurs directement et/ou indirectement à travers leur effet sur les variables climatiques telles que le rayonnement solaire réfléti et l'évaporation [1.2.1]. Les processus socio-économiques, y compris les changements d'affectation des sols (par exemple en passant d'une affectation agricole à une affectation urbaine), les changements dans la couverture du sol (par exemple la dégradation des écosystèmes), le changement technologique, la pollution et les espèces envahissantes sont quelques-uns des plus importants facteurs non-climatiques [1.2.1].

Une quantité de preuves bien plus importante se sont accumulées au cours des cinq dernières années pour indiquer que les effets décrits ci-dessus décrits sont liés à la composante anthropique du réchauffement⁴. Il y a trois séries de preuves qui, prises ensemble, étayent cette conclusion (v. Encart RT.4).

1. Plusieurs études ont établi un lien entre les réponses de certains systèmes physiques et biologiques à la part anthropique dans le réchauffement climatique en comparant les tendances observées avec les évolutions modélisées qui séparaient explicitement les forçages naturels et les forçages d'origine anthropique (cf. Encart RT.4).
2. Les changements observés dans beaucoup de systèmes physiques et biologiques sont en cohérence avec un monde en cours de réchauffement. La majorité des changements (>89% des >29.000 ensembles de données dont la répartition est illustrée à la fig. RT.1) dans ces systèmes se sont faits dans la direction à laquelle on s'attendait en réponse au réchauffement. [1.4].
3. Une synthèse globale des études menées dans la présente

⁴ Le réchauffement des 50 dernières années à l'échelle continentale a été attribué à des effets d'origine anthropique [GTI RE4 RID].

Évaluation démontre avec force que la congruence spatiale entre les régions du globe qui subissent un réchauffement régional significatif, et la localisation des changements significatifs observés dans de nombreux systèmes, en cohérence avec le réchauffement, n'est très probablement⁵ pas due seulement à la variabilité naturelle de la température ou à la variabilité naturelle des systèmes [1.4]

Pour les systèmes physiques, (i) les changements climatiques affectent les systèmes naturels et humains dans les régions couvertes de neige, de glace ou de gélisol, et (ii) des preuves existent désormais qu'ils ont un effet sur l'hydrologie, les ressources en eau, les zones côtières et les océans.

Les preuves les plus importantes concernant les régions de neige, de glace ou de gélisol sont l'instabilité des sols dans les régions caractérisées par le pergélisol, de même que les avalanches de roches ; la diminution du nombre de jours durant lesquels les routes gelées de l'Arctique sont carrossables ; l'augmentation du nombre des lacs glaciaires et de leur superficie, et la déstabilisation des moraines qui forment barrage pour ces lacs, avec un risque accru d'inondations brutales ; des changements dans les écosystèmes arctique et de la Péninsule Antarctique, y compris les biomes des glaces de mer et les prédateurs du sommet de la chaîne alimentaire ; et les limitations imposées aux sports d'hiver dans les zones alpines de basse altitude (confiance élevée)⁶ [1.3.1] Ce changements sont en cohérence avec les abondantes preuves que les glaces de mer de l'Arctique, les boucliers glaciaires, l'inlandsis groenlandais, les glaciers alpins et la calotte glaciaire de la Péninsule Antarctique, la couverture neigeuse et le pergélisol sont soumis à une fonte accélérée en raison du réchauffement mondial (confiance très élevée) [GTI RE4 Chapitre 4].

Des récentes preuves en hydrologie et dans le domaine des ressources en eau montrent que les pics des crues printanières ont lieu plus tôt dans les zones affectées par la fonte des neiges, et il y a des preuves d'une fonte accélérée des glaciers dans les Andes tropicales et dans les Alpes. Dans le monde entier, les lacs et les rivières se réchauffent, avec des effets sur la structure thermique et sur la qualité des eaux (confiance élevée) [1.3.2].

L'élévation du niveau de la mer et l'expansion humaine participent ensemble au rétrécissement des bandes côtières humides et de mangroves, augmentant ainsi les dommages causés à de nombreuses régions par les inondations côtières (confiance moyenne) [1.3.3.2].

⁵ cf. Encart RT-2

⁶ cf. Encart RT-2

Par rapport aux données figurant dans le troisième Rapport d'évaluation, davantage de preuves ont été rassemblées, et elles sont issues d'un éventail d'espèces et de communautés plus large parmi les écosystèmes terrestres. Ces preuves établissent que le réchauffement récent affecte déjà fortement les écosystèmes biologiques naturels.

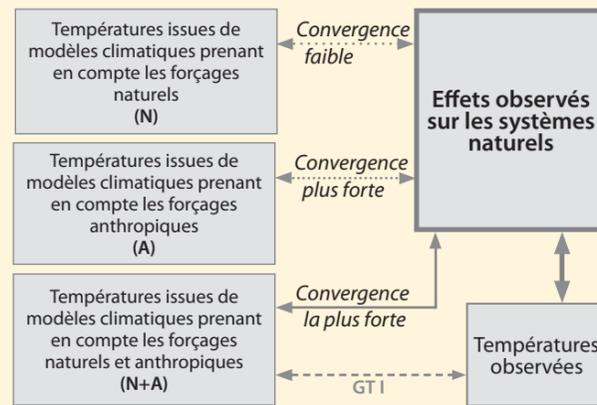
Il y a des preuves nouvelles et substantielles pour associer les changements dans les systèmes marins et dulcicoles au réchauffement. Les preuves laissent entendre que les systèmes biologiques terrestres aussi bien que marins sont sévèrement touchés par le réchauffement récemment observé.

Une écrasante majorité d'études sur les effets régionaux du climat sur les espèces terrestres révèlent des réponses convergentes aux tendances au réchauffement, y compris des déplacements de la flore et de la faune vers les pôles et vers les régions de plus haute altitude. Les réponses au réchauffement des espèces terrestres dans l'hémisphère Nord sont bien documentées par les variations dans la séquence des paliers de croissance (c'est-à-dire les changements phénologiques), particulièrement la survenue plus rapide des étapes vernalles, les migrations, et l'allongement de la saison de végétation. Les observations satellitaires réalisées depuis le début des années 1980 indiquent avec un degré de confiance élevé que de nombreuses régions ont vu se produire au printemps un « verdissement⁷ » précoce de la végétation et une production primaire plus importante en raison de l'allongement de la saison de végétation. Les changements de l'abondance de certaines espèces, y compris les preuves limitées de quelques disparitions locales, et des changements dans la composition des communautés au cours des quelques dernières décennies ont été attribués aux changements climatiques (très haute confiance) [1.3.5].

Beaucoup de changements observés dans la phénologie et dans la distribution des espèces marines dulcicoles ont été associés à l'élévation de la température des eaux, de même que d'autres facteurs liés au climat, la couverture de glace, la salinité, la concentration en oxygène et la circulation océanique. Des déplacements des zones de fréquentation vers les pôles et des variations dans l'abondance des algues, du plancton et des poissons ont été observés. Par exemple, le plancton s'est déplacé de 10° en latitude nord (environ 1000 km) au cours d'une période couvrant environ quatre décennies au sein de l'Atlantique nord. Il y a eu aussi des augmentations documentées de la concentration d'algues et de zooplancton dans les lacs de haute latitude et de haute altitude, des migrations de poissons survenant plus

⁷ Mesuré selon l'Indice différentiel normalisé de végétation, qui est une mesure satellitaire relative de la quantité totale de la végétation verte dans une région.

Encart RT.4: Mise en relation des causes des changements climatiques et des effets observés sur les systèmes physiques et biologiques



La figure ci-contre à gauche montre les liens entre les températures telles qu'elles ont été observées, les effets observés sur les systèmes naturels, et les températures issues de simulations de modèles climatiques prenant en compte les forçages naturel, anthropique, ainsi que ces deux forçages combinés. Deux utilisations de ces mises en relation dans l'étude de la détection et de l'attribution des effets observés sont décrites ci-dessous.

(1) En utilisant les modèles climatiques
L'étude du lien causal à l'aide de la

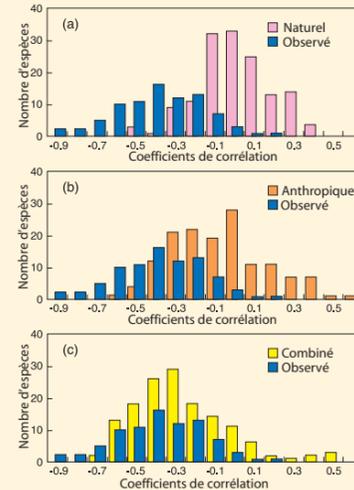
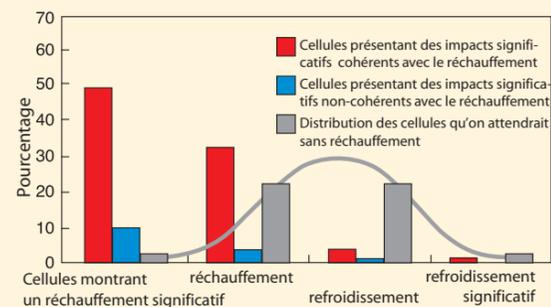
séparation des facteurs de forçage naturels et anthropiques (v. Encart RT.1 ci-dessus) compare les changements dans la vie des animaux et des plantes tels qu'ils ont été observés avec des changements survenus durant la même période à l'aide de températures modélisées en tenant compte (1) des facteurs de forçage naturels seuls ; (2) des facteurs de forçage anthropiques seuls ; (3) des deux types de facteurs combinés.

Le cadre ci-contre à droite montre les résultats d'une étude qui a employé cette méthodologie¹. Les localisations des températures modélisées sont des tableaux grilles individuelles correspondant à l'étude d'espèces d'animaux et de plantes sur une période et à un endroit donnés.

La concordance (manifestée par les surfaces et les formes) entre les résultats observés (barres bleues) et les résultats issus du modèle est la plus faible avec les facteurs de forçage naturel, plus forte avec les facteurs de forçage naturels et la plus forte avec les deux facteurs combinés. C'est ainsi que les changements observés dans les animaux et les plantes sont probablement une réponse et au forçage naturel et au forçage anthropique, ce qui permet d'établir un lien de cause à effet direct [F1.7, 1.4.2.2].

(2) En utilisant l'analyse spatiale - L'étude du lien de cause à effet par l'analyse spatiale (Tableau de preuves 3) passe par trois stades : (i) elle identifie des cellules de cinq degrés de latitude et de longitude de côté tout autour du globe qui font montre de réchauffement significatif, de réchauffement, de refroidissement et/ou de refroidissement significatif, (ii) elle identifie celles de ces cellules de cinq degrés de côté qui sont cohérentes avec le réchauffement et celles qui ne le sont pas et (iii) elle détermine statistiquement le degré de convergence spatiale entre les deux séries de cellules. Dans la présente évaluation, la conclusion qui en est ressortie est que la convergence spatiale est significative au niveau de 1% et qu'il est très improbable qu'elle soit due à la seule variabilité naturelle du climat ou à la variabilité des systèmes naturels.

Mis en rapport avec les preuves de réchauffement significatif d'origine anthropique durant les 50 dernières années, mises en moyenne pour tous les continents à l'exception de l'Antarctique² [GTI RE4 RID], cela met en évidence une influence humaine visible sur les changements de beaucoup de systèmes naturels [1.4.2.3].



tôt, et la variabilité des paramètres des rivières a changé d'intervalle [1.3]. Alors qu'il y a de plus en plus de preuves des impacts des changements climatiques sur les récifs coralliens, la différenciation des impacts des facteurs liés au climat par rapport aux autres facteurs (par exemple la surpêche ou la pollution) est difficile. L'apport de carbone anthropique depuis 1750 a entraîné l'acidification des océans, dont le pH a décliné, en moyenne, de 0,1 unité [GTI QRE RID]. Néanmoins, les effets de cette acidification des océans observée sur la biosphère marine n'ont pas été documentés jusqu'à présent [1.3]. Le réchauffement des lacs et des rivières a un impact sur l'abondance, sur la productivité, sur la composition des communautés, sur la phénologie et sur la distribution et la migration des espèces dulcicoles (confiance élevée) [1.3.4]

Les effets des hausses régionales de température sur certains systèmes humains et systèmes aménagés commencent à se faire sentir, bien que ces effets soient plus difficiles à discerner que ceux qui affectent les systèmes naturels, en raison de l'adaptation et des facteurs non climatiques.

Des effets ont été détectés dans les systèmes agricoles et forestiers [1.3.6]. Des changements dans plusieurs aspects du système de santé humaine ont été liés au réchauffement récent [1.3.7]. L'adaptation au réchauffement récent a commencé à être documentée de façon systématique (confiance moyenne) [1.3.9].

Comparé à d'autres facteurs, le réchauffement récent a eu des conséquences limitées pour les secteurs de l'agriculture et de la foresterie. Une précocité marquée sur le plan phénologique a néanmoins été observée pour l'agriculture et la foresterie dans une grande partie de l'hémisphère Nord, ce qui a donné lieu à des réactions limitées en matière de cultures, telles que celle consistant à semer plus tôt au printemps à des latitudes plus élevées. L'allongement de la période de végétation a contribué à une hausse observée de la productivité forestière dans de nombreuses régions, tandis que la prévalence de conditions plus chaudes et plus sèches est en partie la cause de la baisse de productivité des forêts et

de la multiplication des incendies de forêts en Amérique du Nord et dans le bassin méditerranéen. L'agriculture et la sylviculture se sont révélées vulnérables à l'évolution récente de phénomènes tels que les vagues de chaleur, les inondations et les sécheresses (confiance moyenne) [1.3.6].

Alors que peu d'études ont été menées pour examiner les effets du récent réchauffement sur la santé, une augmentation des hautes températures extrêmes a été associée à une mortalité supplémentaire en Europe, ce qui a poussé à des mesures d'adaptation. Il y a des preuves émergentes de changements dans la distribution de certains vecteurs de maladies dans des parties de l'Europe et de l'Afrique. Un démarrage plus rapide et une recrudescence de la production de pollens allergéniques se sont fait jour sous les moyennes et les hautes latitudes de l'hémisphère Nord (confiance moyenne) [1.3.7].

Des changements dans les activités socio-économiques et les modes de réponse humains aux changements climatiques, y compris le réchauffement, n'ont connu de documentation systématique que très récemment. Dans les régions de gélisols ou couverts de neige et de glace, les réponses adaptatives des groupes indigènes se font au niveau des types de migration, de la santé, et des types d'animaux et de plantes dont ils dépendent pour leur alimentation et leur identité culturelle [1.3.9]. Les réponses varient selon les communautés et sont dictées par l'histoire de chaque communauté, la perception du changement et de l'espèce, ainsi que la viabilité des options dont ces groupes disposent (confiance moyenne) [1.3.9].

Alors qu'on dispose aujourd'hui de preuves significatives de changements observés dans les systèmes physiques et biologiques dans chaque continent, y compris l'Antarctique, de même que dans la plupart des océans, la majorité des études proviennent des études menées sous les latitudes moyennes à élevées de l'hémisphère Nord. La documentation sur les changements observés dans les régions tropicales de l'hémisphère Sud est rare [1.5].

(Notes de l'encart RT 4)

¹ Sont rapportées ici les fréquences des coefficients de corrélation (associations) entre le déroulement chronologique des séquences (par exemple une ponte précoce) de 145 espèces et les températures verno-modélisées (HadCM3) pour les grilles de calcul dans lesquelles chaque espèce a été examinée. Dans chaque endroit, tous se trouvant dans l'hémisphère Nord, la séquence qui a montré un changement est comparée avec les températures modélisées sous l'empire de (a) les forçages naturels (barres roses) ; (b) anthropiques (c'est-à-dire issus des activités humaines - barres oranges), et (c) des forçages naturels et anthropiques combinés (barres jaunes). De plus, sur chaque panneau, les fréquences de coefficients de corrélation entre les températures effectivement observées pendant chaque étude et les modifications des séquences de 83 espèces, représentant celles parmi les 145 qui subissent des tendances à la modification locale de la température (barres bleues marine). En moyenne, le nombre d'années pendant lesquelles les espèces ont été examinées se monte à 28, les observations s'étendant en moyenne entre 1960 et 1998. Il faut souligner que la congruence a) entre les résultats naturels et effectifs est plus faible (K=60,16, p>0,05) que b) entre les résultats anthropiques et effectifs (K=35,15, p>0,05) qui à son tour est plus faible que c) la congruence entre les résultats des deux facteurs de forçage combinés et les résultats effectivement observés (K=3,65, p<0,01). L'un dans l'autre, ces résultats montrent qu'une part mesurable du réchauffement des températures régionales auxquelles les espèces animales réagissent peut être attribuée aux humains, démontrant ainsi une attribution conjointe (v. Chapitre 1).

² GIEC, 2007: Bilan 2007 des changements climatiques: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au Quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller, (éd.), Cambridge University Press, Cambridge.

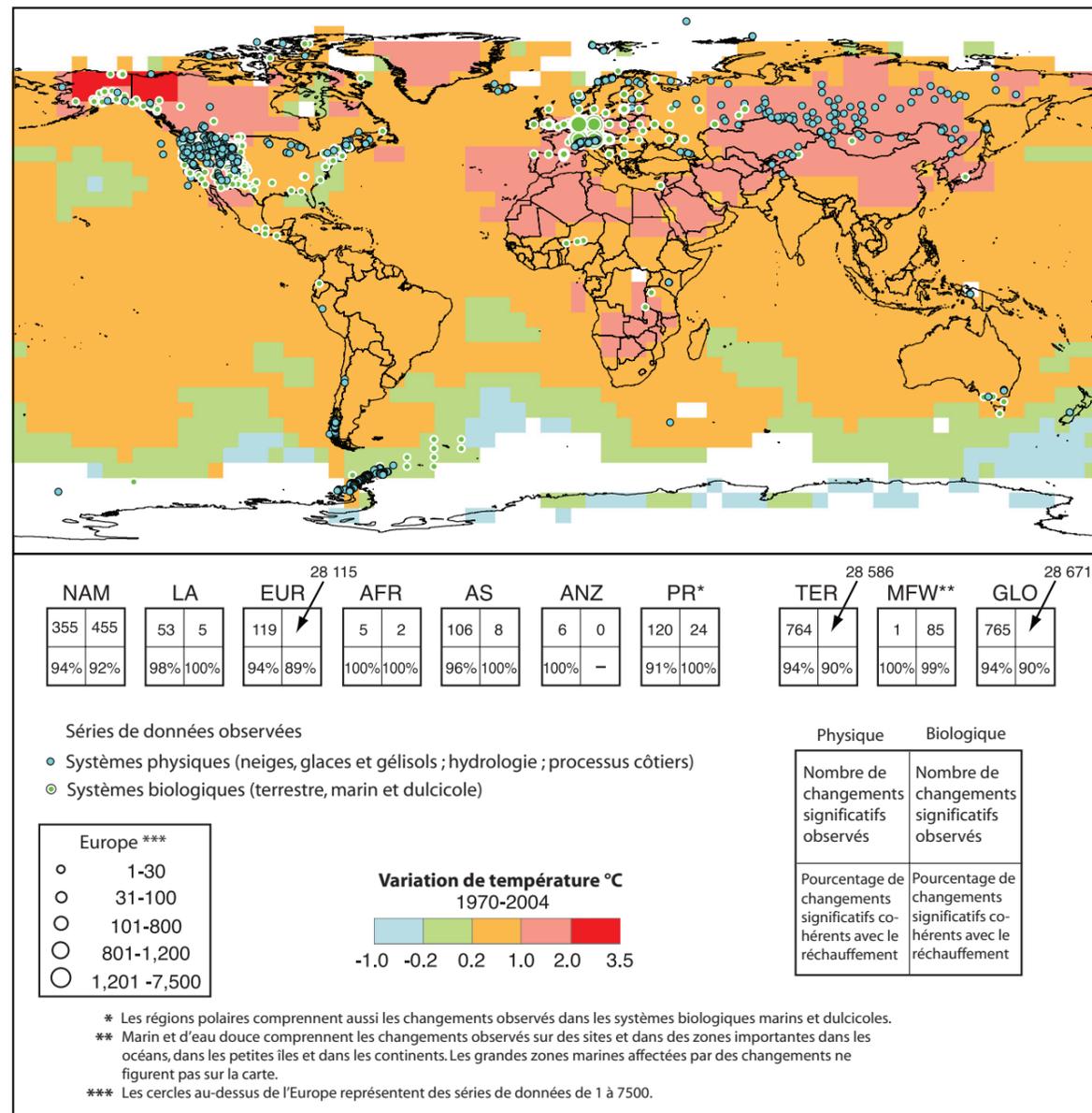


Figure RT1. Les emplacements des changements significatifs dans les systèmes d'observation des systèmes physiques (neige, glaces et pergélisols; hydrologie; et processus côtiers) et des systèmes biologiques (terrestres, marins et dulcicoles), sont représentés parallèlement à l'évolution de la température de surface pour la période 1970-2004. Près de 29 000 sous-ensembles de données ont été sélectionnés sur les quelques 80.000 fournies par 577 études. Ces séries devaient se conformer aux critères suivants : (1) Se terminer en 1990 ou plus tard ; (2) couvrir une période d'au moins 20 ans ; et (3) montrer un changement significatif, quelle qu'en soit la direction, dans les conditions fixées pour les études individuelles. Ces données proviennent de 75 études (dont 70 nouvelles depuis le troisième Rapport d'évaluation) et contiennent près de 29 000 ensembles de données, dont 20.000 proviennent d'études européennes. Les zones en blanc indiquent que les données d'observation climatiques sont insuffisantes pour établir les tendances de l'évolution thermique. Les cases 2 x 2 présentent le nombre total de séries montrant des changements significatifs (ligne du haut) et le pourcentage de celles-ci qui sont cohérentes avec le réchauffement (ligne du bas) pour (i) les régions continentales: Amérique du Nord (NAM), Amérique Latine (LA), Europe (EUR), Afrique (AFR), Asie (AS), Australie et Nouvelle-Zélande (ANZ), et les Régions polaires (PR) ; et (ii) à l'échelle mondiale: milieu Terrestre (TER), milieux Marin et Eaux douces (MFW), et Global (GLO). La somme des chiffres des sept cases régionales (NAM, ..., PR) ne correspond pas au total de la case Global (GLO) parce-que les études dans ces régions (excepté la polaire) ne contiennent pas les études sur les systèmes marins et dulcicoles (MFW). Les sites marins où se produisent des changements importants ne sont pas indiqués sur la carte. [Quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail II F1.8, F1.9; Quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail I F3.9b].

RT.3 Méthodes et scénarios

RT.3.1 Progrès des méthodes disponibles pour les chercheurs qui traitent des impacts des changements climatiques, de l'adaptation et de la vulnérabilité

Depuis le troisième Rapport d'évaluation (TRE), la nécessité de mettre au point une analyse de décision améliorée a motivé l'expansion du nombre des approches et des méthodes utilisées dans l'étude des impacts, de l'adaptation et de la vulnérabilité au changement climatique (CCIAV). Alors que la recherche scientifique vise à réduire l'incertitude, le processus de prise de décision vise à gérer l'incertitude en faisant le meilleur usage possible du savoir disponible [2.2.7, 2.3.4]. Cela implique généralement une collaboration étroite entre les chercheurs et les populations concernées [2.3.2].

De ce fait, bien que l'approche standard du climat basée sur les scénarios soit utilisée dans une grande partie des évaluations décrites dans le présent Rapport, l'utilisation d'autres approches est en croissance [2.2.1]. Ces approches comprennent l'évaluation des adaptations actuelles et futures à la variabilité et au changement du climat [2.2.3], la capacité d'adaptation, la vulnérabilité sociale [2.2.4], les facteurs de pression multiples et l'adaptation dans le contexte du développement durable [2.2.5, 2.2.6].

La gestion des risques peut être appliquée dans chacun de ces contextes. Elle est conçue pour les décideurs agissant dans les limites de l'incertitude ; plusieurs cadres précis ont été développés pour les évaluations CCIAV et son usage est en croissance rapide. Parmi les avantages de la gestion du risque on peut citer l'utilisation de méthodes formalisées pour gérer l'incertitude, l'implication des populations concernées, l'usage non prescriptif de méthodes d'évaluation des options politiques, l'intégration de différentes approches interdisciplinaires, et la vulgarisation des préoccupations liées aux changements climatiques dans le contexte plus large de la prise de décision [2.2.6].

Les populations concernées permettent d'intégrer un apport vital aux évaluations CCIAV à propos d'un type de risques et de leur gestion. En particulier, la façon dont un groupe ou un système peut s'accommoder aux risques climatiques actuels fournit une base solide pour l'estimation des risques futurs. Un nombre croissant d'estimations impliquent ou sont menées par des populations concernées. Cela fonde leur crédibilité et facilite l'appropriation des résultats, ce qui représente une condition préalable à une gestion efficace du risque [2.3.2].

RT.3.2 Les paramètres du futur dans le quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail II du GIEC

Pour établir une estimation CCIAV, il est généralement nécessaire de rassembler des informations sur la façon dont des conditions comme le climat, le développement social et économique et d'autres facteurs environnementaux, changeront à l'avenir selon les prévisions qu'on peut établir. Cela aboutit généralement au développement de scénarios, de canevas narratifs et d'autres caractérisations du futur, souvent éparpillées au niveau régional ou local [2.4.1, 2.4.6].

Les scénarios sont des descriptions plausibles, sans probabilité assignée, de différents états futurs possibles pour le monde. Les canevas narratifs sont des scripts qualitatifs et intrinsèquement cohérents décrivant comment l'avenir pourrait évoluer, et qui se basent souvent sur des projections quantitatives de changements à venir qui, avec le canevas narratif, constituent un scénario [RE2.1]. Le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (RSSE), publié en 2000, contient des scénarios des futures émissions de gaz à effet de serre accompagné de canevas narratifs sur les développements sociaux, économiques et technologiques qui peuvent être utilisés dans les études CCIAV (fig. RT.2). Bien que des problèmes méthodologiques puissent surgir dans l'application de ces scénarios (par exemple, en mettant à l'échelle les projections de population ou de produit national brut (PNB) depuis l'échelle des quatre grandes régions mondiales du RSSE jusqu'à l'échelle nationale ou infranationale), ils constituent néanmoins une quantification globale cohérente du développement socio-économique, des émissions de gaz à effet de serre et du climat, et représentent certains des scénarios les plus exhaustifs disponibles actuellement pour les chercheurs en CCIAV. Un nombre substantiel des études d'impact évaluées dans le présent Rapport et qui ont employé la caractérisation du futur se sont servies des scénarios du RSSE. Pour d'autres études, en particulier les analyses empiriques de l'adaptation et de la vulnérabilité, les scénarios n'avaient qu'une pertinence limitée et n'ont pas été utilisés [2.4.6].

À l'avenir, une meilleure intégration des scénarios climatiques avec ceux qui sont largement utilisés par d'autres entités internationales (vulgarisation) est à souhaiter, de même qu'une amélioration de l'échange d'information entre les communautés de chercheurs et le monde politique qui facilitera l'usage et la crédibilité des scénarios. Une amélioration des scénarios est aussi

Accent sur l'économie →	
Canevas narratif A1 <i>Monde</i> : orienté marché <i>Economie</i> : croissance la plus rapide par habitant <i>Population</i> : pic en 2050 puis déclin <i>Gouvernance</i> : interaction régionale forte, convergence des niveaux de revenus <i>Technologie</i> : 3 groupes de scénarios A1 FI – intensif sur les combustibles fossiles A1 T – sources d'énergies non-fossiles A1 B – Equilibre entre les sources	Canevas narratif A2 <i>Monde</i> : différencié <i>Economie</i> : orientée régionalement; croissance par tête la plus basse <i>Population</i> : augmentation constante <i>Gouvernance</i> : autonomie et préservation des identités locales <i>Technologie</i> : développement le plus lent et le plus fragmenté
Canevas narratif B1 <i>Monde</i> : convergent <i>Economie</i> : basée sur les services et l'information; croissance plus lente qu'en A1 <i>Population</i> : comme A1 <i>Gouvernance</i> : solutions globales à la durabilité économique, sociale et environnementale <i>Technologie</i> : propre, usage efficace des ressources	Canevas narratif B2 <i>Monde</i> : solutions locales <i>Economie</i> : croissance intermédiaire <i>Population</i> : augmentation constante à un rythme plus faible qu'en A2 <i>Gouvernance</i> : solutions locales et régionales à la protection environnementale et à l'équité sociale <i>Technologie</i> : plus rapide que A2; moins rapide, plus diversifié que A1/B1
← Accent sur l'environnement	

Figure RT.2. Caractéristiques résumées des quatre canevas narratifs du RSSE [F2.5]

nécessaire pour les indicateurs les moins bien définis tels que la technologie future et la capacité d'adaptation, et les interactions entre les principaux facteurs de changement doivent être mieux précisées [2.5].

La caractérisation du climat à venir

Les études de sensibilité

Un nombre substantiel d'études de CCIAV basées sur des modèles, évaluées dans le présent Rapport, emploient les analyses de sensibilité pour enquêter sur le comportement d'un système en supposant des ajustements arbitraires et souvent réguliers d'importantes variables ayant un effet sur ce système. L'utilisation d'une série de perturbations permet la construction de surfaces de réponse aux impacts, qu'on utilise de plus en plus en combinaison avec des représentations probabilistes du climat à venir afin d'évaluer le risque de ces impacts [2.4.3, 2.3.1, 2.4.8].

Les analogies

Des événements climatiques extrêmes du passé, comme des inondations, des canicules et des sécheresses sont analysées avec une attention croissante par rapport aux impacts qu'ils ont eus et aux réponses adaptatives qu'ils ont suscitées. Ces études peuvent être utiles pour planifier les réponses adaptatives, particulièrement si ces événements se font de plus en plus fréquents et/ou

rigoureux à l'avenir. Des analogies spatiales (des régions qui ont un climat actuel proche de celui qui sera, pense-t-on, à l'avenir celui de la région étudiée) ont été adoptées pour leurs vertus heuristiques dans l'analyse des impacts économiques, des nécessités adaptatives et des risques pour la biodiversité [2.4.4].

Les données des modèles climatiques

La majorité des études CCIAV quantitatives évaluées dans le RE4 utilisent des modèles climatiques pour générer les scénarios sous-jacents au changement climatique. Certains scénarios sont basés sur les scénarios d'émission datant d'avant le RSSE, tels que IS92a, ou même sur les expérimentations faites sur des modèles climatiques à l'équilibre. Cependant, la plus grande part en est dérivée des scénarios d'émission du RSSE, principalement du scénario A2 (qui fait l'hypothèse des émissions les plus importantes), celui pour lequel la majorité des premières expériences modélisées basées sur le RSSE avaient été conduites. Quelques études scénarisées explorent des événements particuliers aux conséquences à grande échelle, tel l'arrêt brusque de la circulation thermohaline ou Meridional Overturning Circulation (MOC) de l'Atlantique Nord [2.4.6.1, 2.4.7].

Les études CCIAV évaluées dans la quatrième Evaluation du Groupe de travail II (GTII RE4) sont généralement basées sur des simulations de modèles climatiques, évaluées par le Groupe de travail I (GTI) dans le TRE. Depuis le TRE, de nouvelles simulations ont été mises au point avec des modèles de circulation générale du couplé atmosphère/océan (MCGAO) en se basant sur les scénarios d'émission du RSSE. Ils ont été évalués par le GTI RE4, mais la plupart d'entre eux n'étaient pas disponibles pour les études CCIAV évaluées pour le GTII RE4. La figure RT.3 compare les séries de projections de température et de précipitations régionales issues de simulations MCGAO récentes soumises au scénario A2 (évaluation du GTI RE4 : barres rouges) avec des simulations plus anciennes, également soumises au scénario A2, évaluées dans le GTI TRE et utilisées pour la construction de scénarios dans beaucoup d'études CCIAV évaluées pour le GTII RE4 (barres bleues). La figure confirme la conclusion du GTI RE4 selon laquelle le schéma de base du réchauffement projeté n'est pas profondément modifié par rapport aux estimations précédentes (comparez les positions des barres bleues et des barres rouges), mais la fiabilité des projections régionales est à présent plus haute pour la plupart des régions en ce qui concerne la température et dans quelques régions pour ce qui concerne les précipitations (c'est-à-dire là où les barres rouges sont

plus courtes que les barres bleues) [B2.3]

Les scénarios non climatiques

Alors que les études CCIAV assemblées dans le TRE appliquaient généralement au moins un scénario

climatique, très rares étaient celles qui appliquaient des scénarios contemporains de changements socio-économiques, de l'affectation des sols ou d'autres changements environnementaux. Celles qui le faisaient utilisaient une série de sources pour les développer. Par

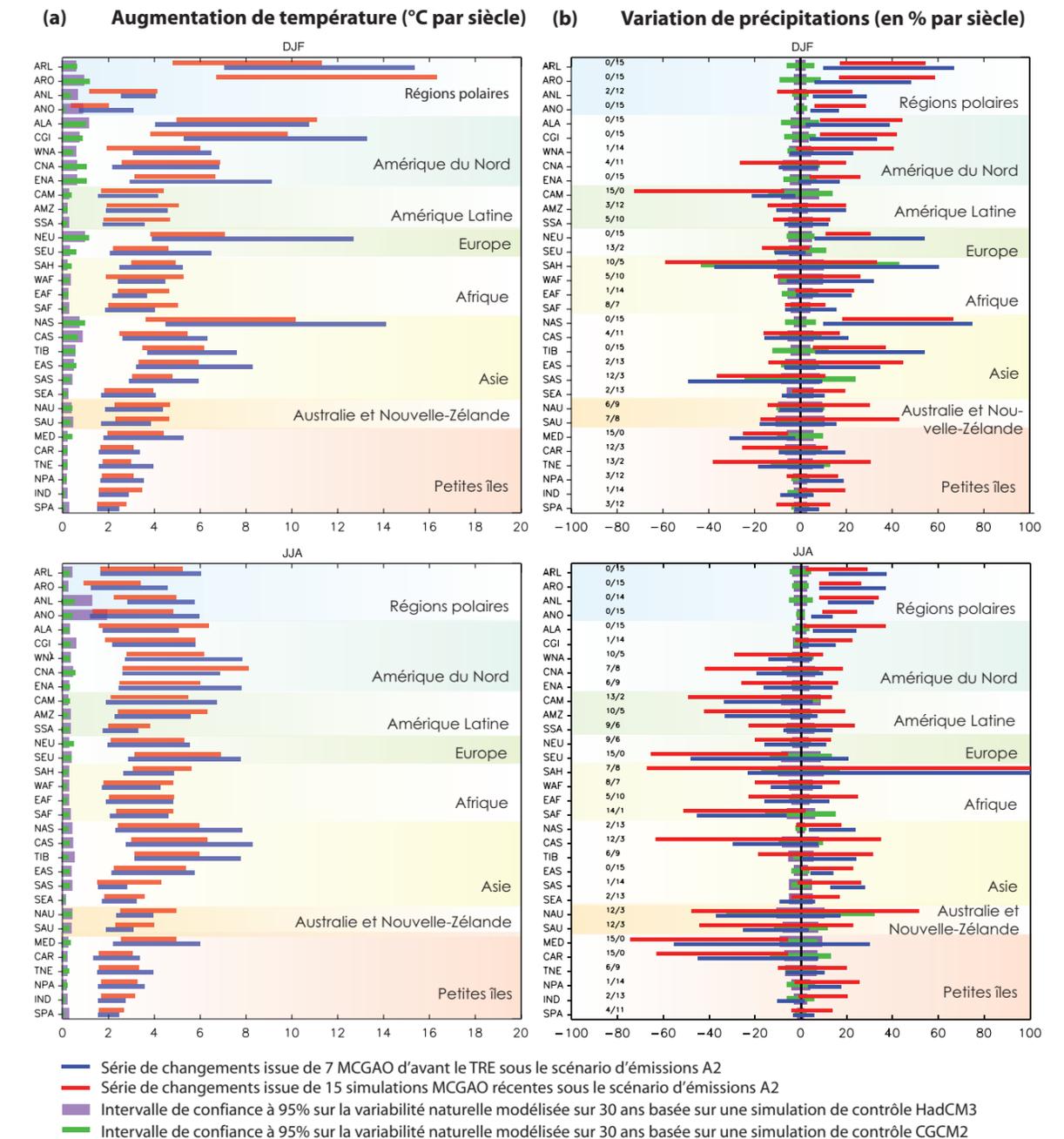


Figure RT.3. Série de changements dans les températures et les précipitations hivernales et estivales jusqu'à la fin du XXI^e siècle selon des projections MCGAO récentes (15 modèles – barres rouges) et d'avant le TRE (7 modèles – barres bleues) soumises au scénario A2 du RSSE pour 32 régions du monde, exprimée en rythme de changement par siècle. Les barres mauves et vertes illustrent la variabilité naturelle sur 30 ans telle qu'elle a été modélisée. Les chiffres sur les données de précipitations illustrent le nombre de simulations conduites sous le scénario A2 aboutissant sur des changements de précipitations négatifs ou positifs. DJF : décembre – janvier – février. JJA : juin, juillet, août. [F2.6, qui comprend des cartes régionales.]

contraste, les études du RE4 qui se basent sur les scénarios RSSE peuvent aboutir sur plusieurs estimations prenant en compte différents canevas narratifs. Le rôle joué par les facteurs non climatiques tels que le changement technologique et la politique régionale d'affectation des sols est, selon certaines études, plus important que

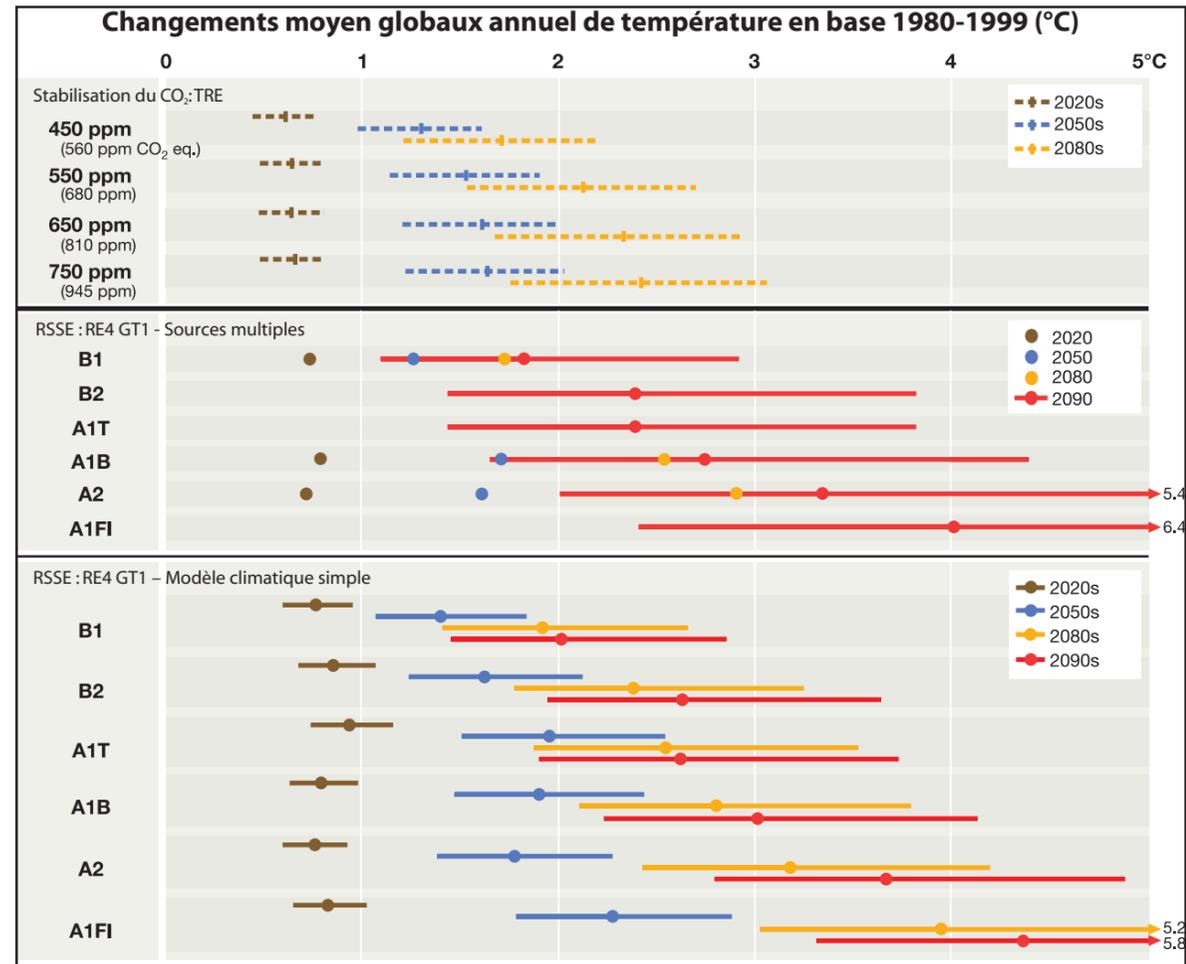


Figure RT.4. Changements de température à l'échelle globale, sur des périodes données, relativement aux températures de la période 1980-1999, projetés selon les scénarios RSSE et les scénarios de stabilisation. Pour exprimer le changement de température par rapport à la période 1850-1899, ajoutez 0,5°C. Plus de détails sont disponibles au chapitre 2 [Encart 2.8]. Les estimations se rapportent aux années 2020, 2050 et 2080 (période utilisée par le Centre de distribution des données du GIEC et donc par beaucoup d'études d'impact) et pour les années 2090. Les projections basées sur le RSSE figurent ici sur la base de deux approches différentes. Panneau du milieu : projections du GTI RE4 RID basées sur es sources multiples. Les Meilleures estimations sont basées sur les MCGAO (points de couleur). Les intervalles d'incertitude, disponibles pour les années 2090 seulement, sont basés sur les modèles, les contraintes fixées par les observations et le jugement d'experts. Panneau du bas : Meilleures estimations et intervalles d'incertitude basées sur un modèle climatique simple (MCS), également issu du GTI RE4 (chapitre 10). Panneau du haut : Meilleures estimations et intervalles d'incertitude pour les scénarios de stabilisation du CO₂ utilisant un MCS. Les résultats sont issus du TRE parce que des projections comparables pour le XXI^e siècle ne sont pas disponibles dans le RE4. Cependant, les estimations de réchauffement à l'équilibre sont rapportées dans le GTI RE4 pour la stabilisation en équivalents- CO₂¹. Les Meilleures estimations et les marges de probabilité de réchauffement à l'équilibre pour sept niveaux de stabilisation des équivalents-CO₂ issus du GT1 RE4 sont : 350 ppm, 1.0°C [0.6–1.4]; 450 ppm, 2.1°C [1.4–3.1]; 550 ppm, 2.9°C [1.9–4.4]; 650 ppm, 3.6°C [2.4–5.5]; 750 ppm, 4.3°C [2.8–6.4]; 1 000 ppm, 5.5°C [3.7–8.3] et 1 200 ppm, 6.3°C [4.2–9.4]\$. Il faut souligner que les températures d'équilibre ne seraient pas atteintes avant des décennies ou des siècles après la stabilisation des concentrations en gaz à effet de serre. Intervalles d'incertitude : panneau du milieu, dans les limites de la probabilité (probabilité > 66%); panneau du bas, les marges calculées soit que l'on postule que les rétroactions du cycle du carbone seront faibles (moyen – 1 écart-type) soit que l'on postule qu'elles seront fortes (moyenne + 1 écart-type); panneau du haut, la marge entre sept modèles, une rétroaction carbonique moyenne étant calibrée.

¹ Les Meilleures estimations et les marges de probabilité de réchauffement à l'équilibre pour sept niveaux de stabilisation des équivalents-CO₂ issus du GT1 RE4 sont : 350 ppm, 1.0°C [0.6–1.4]; 450 ppm, 2.1°C [1.4–3.1]; 550 ppm, 2.9°C [1.9–4.4]; 650 ppm, 3.6°C [2.4–5.5]; 750 ppm, 4.3°C [2.8–6.4]; 1,000 ppm, 5.5°C [3.7–8.3] et 1,200 ppm, 6.3°C [4.2–9.4].

les changements climatiques dans la détermination des résultats [2.4.6].

Des scénarios de concentration du CO₂ sont nécessaires pour certaines études, les concentrations élevées pouvant affecter l'acidité des océans, la croissance et l'utilisation de l'eau faite par beaucoup de plantes terrestres. La concentration observée de CO₂ en 2005 était d'environ 380 ppm et, selon le TRE et le modèle Bern-CC, elle devrait monter aux niveaux suivants en 2100 pour chacun des scénarios marqueurs du RSSE – B1: 540 ppm (amplitude 486-681 ppm); A1T: 575 (506-735); B2: 611 (544-769); A1B: 703 (617-918); A2: 836 (735-1,080); A1FI: 958 (824-1,248) ppm. Des valeurs similaires à ces niveaux de référence sont communément adoptées dans les études d'impact basées sur le RSSE [2.4.6.2]. De plus, une approche multifactorielle peut révéler des corrélations importantes, au niveau régional, entre certains facteurs et leur impact (par exemple les effets combinés de phénomènes météorologiques extrêmes et d'épisodes de pollution de l'air sur la santé humaine). L'expansion ainsi constatée de l'éventail des scénarios et des applications a démontré la diversité des impacts futurs potentiels et les incertitudes qui leur sont liées [2.2.5, 2.5].

Scénarios d'atténuation/de stabilisation

Les canevas narratifs du RSSE postulent qu'aucune politique climatique spécifique ne sera mise en place pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (en d'autres termes, aucune politique d'atténuation). Les projections du réchauffement moyen au niveau mondial au cours du XXI^e siècle, pour les six scénarios du RSSE utilisant deux approches différentes rapportées dans le GTI RE4 (chapitre 10) sont illustrées dans les panneaux du milieu et du bas de la figure RT-4. Même sans postuler l'existence de politiques climatiques explicites, les différences entre les projections du réchauffement pour la fin du siècle peuvent dépasser 2°C suivant le scénario d'émissions pris en compte [RE2.8].

Les études CCIADV postulant un futur bénéficiant de mesures d'atténuation commencent à évaluer les retombées positives (impacts évités ou améliorés) de décisions de politique climatique. Les scénarios de stabilisation sont un type de scénario d'atténuation qui décrit un futur dans lequel des réductions d'émissions sont entreprises de façon à ce que les concentrations en gaz à effet de serre, le forçage radiatif et la température moyenne mondiale ne dépassent pas une limite prédéfinie. Il y a très peu d'études des changements climatiques basées sur le postulat d'une stabilisation. Une des raisons qui expliquent cette rareté est le fait que peu de modélisations MCGAO prenant en

compte l'hypothèse de la stabilisation ont été effectuées, bien que la situation évolue rapidement [2.4.6].

On s'attend à ce que l'atténuation des gaz à effets de serre réduise le réchauffement mondial moyen relatif aux émissions minimales, ce qui, à son tour, permettrait d'éviter certaines des conséquences dommageables du changement climatique. Pour donner une indication de l'effet projeté de l'atténuation sur les températures au cours du XXI^e siècle, et en l'absence d'estimations comparables, plus récentes, du GTI Re4, les résultats du troisième Rapport d'évaluation utilisant un modèle climatique simple ont été reproduits dans le panneau du haut de la figure RT-4. Ces résultats brossent le tableau de la réponse, en termes de température, aux scénarios de stabilisation du CO₂ à trois moments de l'avenir à court (2025), moyen (2055) et long terme (2085) au cours du XXI^e siècle [RE2.8]⁸.

Événements particuliers à grande échelle

Très peu d'études ont été menées sur les impacts des événements climatiques rapides et à grande échelle, qui sont des changements extrêmes et parfois irréversibles du système de la Terre, comme par exemple un arrêt brusque de la circulation thermohaline de l'Atlantique Nord, ou une montée brutale des eaux des océans due à la fonte des inlandsis du Groenland et/ou de l'Antarctique [2.4.7]. En raison d'une compréhension encore lacunaire des mécanismes qui sous-tendent ces événements, et leur probabilité, seules des études exploratoires ont encore été menées. Par exemple, en termes d'exploration du scénario du pire pour ce qui concerne l'élévation du niveau des mers, des études d'impact ont été menées pour les zones côtières en calibrant l'élévation des eaux à 5m, et pour une montée de 2,2m en 2100 [2.4.7] C'est la première fois que ces scénarios sont intégrés dans une évaluation du GTII, et on s'attend à ce que bien plus d'études soient disponibles pour l'évaluation à l'avenir.

Caractérisations probabilistes

De plus en plus de caractérisations probabilistes du climat à venir et des conditions non-climatiques à venir sont disponibles. Un certain nombre d'études qui ont comme centre d'intérêt le système climatique ont généré des estimations probabilistes des changements climatiques basées sur des scénarios d'émissions donnés ou probabilistes, ce qui a été l'objet de controverses importantes [2.4.8]. Des futurs probabilistes ont été appliqués à quelques études CCIADV pour estimer le risque de dépasser certains seuils d'impacts prédéfinis et le déroulement chronologique de ces dépassements [2.3.1].

⁸ Dans le TRE, des profils de stabilisation WRE ont été utilisés. Ils sont décrits dans le Rapport de synthèse du TRE.

RT.4 Connaissances actuelles sur les futurs impacts

Cette section fait le point sur les principaux impacts sur chaque système et chaque secteur tels qu'ils ont été projetés (section RT.4.1) et sur chaque région (Section RT.4.2) au cours de ce siècle ⁹, estimés en termes de pertinence pour les hommes et l'environnement. On part du principe que les changements climatiques ne sont pas atténués et que la capacité d'adaptation n'a pas été améliorée par une politique climatique. Tous les changements de température mondiaux sont exprimés en base 1990 sauf mention contraire ¹⁰. Les impacts généraux des changements survenus dans le climat et dans l'élévation du niveau de la mer, tels qu'ils sont prévus par les modèles de prévision, sont associés aux changements de température du globe et reflètent aussi fréquemment d'autres variables climatiques que la température, telles les variations de précipitations.

RT.4.1 Impacts sectoriels, adaptation et vulnérabilité

Un résumé des impacts projetés pour chaque secteur figure dans l'Encart RT.5.

Ressources d'eau douce et leur gestion

Les impacts des changements climatiques sur les ressources d'eau douce et sur leur gestion sont principalement dus aux augmentations observées et projetées de la température, de l'évaporation, à l'élévation du niveau de la mer et à la différence de variabilité des précipitations (confiance très élevée).

Plus d'un sixième de la population mondiale vit dans les bassins des rivières d'origine glaciaire ou alimentées par la fonte des neiges, et cette population sera affectée par une baisse du volume d'eau stockée dans les glaciers et dans les neiges de montagne, par une augmentation du rapport courant hivernal / courant annuel, et par une possible réduction des étiages due au recul des glaciers ou à une baisse du stock d'eau sous forme de neige due à la fonte estivale. [3.4.1, 3.4.3]. L'élévation du niveau de la mer aura comme conséquence l'extension des zones de salinisation des eaux souterraines et des estuaires et donc une réduction de la quantité d'eau douce disponible pour les humains et les écosystèmes dans les zones côtières [3.2., 3.4.2]. Une plus grande intensité de précipitations

et une plus grande variabilité des précipitations, selon les projections, augmentera le risque d'inondations et de sécheresses dans de nombreuses régions [3.3.1]. Plus de 20% de la population mondiale vit dans des bassins hydrologiques encourageant une menace d'inondation accrue en raison du réchauffement mondial [3.4.3].

Le nombre d'humains vivant dans des bassins fluviaux soumis à forte pression augmentera de façon significative, selon les projections, passant de 1,4 - 1,6 milliard en 1995 à 4,3 - 6,9 milliards en 2050, sous le scénario RSSE A2 (confiance moyenne).

Les populations risquant un stress hydrique accru pour toute la gamme des scénarios du RSSE représenteront, selon les projections, 0,4 - 1,7 milliards, 1 - 2 milliards et 1,1 - 3,2 milliards, respectivement, dans les années 2002, 2050 et 2080 [3.5.1]. Dans les années 2050 (scénario A2), 262 à 983 millions d'êtres humains intégreront la catégorie des populations soumises au stress hydrique [3.5.1]. Le stress hydrique devrait diminuer dans les années 2050 pour 20-29% des terres émergées (prenant en compte deux modèles climatiques et les scénarios RSSE A2 et B2) et augmenter pour 62-76% des terres émergées [3.5.1].

Les zones arides et semi-arides sont particulièrement exposées aux impacts du changement climatique sur les eaux douces (confiance élevée). Bon nombre de ces zones (par exemple le bassin méditerranéen, l'ouest des Etats-Unis, l'Afrique australe, le nord-est du Brésil, l'Australie méridionale et orientale) souffriront d'une baisse des ressources en eau à cause des changements climatiques (v. fig. RT.5) [3.4, 3.7]. Les efforts entrepris pour lutter contre l'appauvrissement des ressources d'eau suite à l'augmentation de la variabilité des précipitations seront mis à mal par le fait que la reconstitution des stocks d'eau de surface baissera probablement de manière considérable dans certaines régions déjà sujettes au stress hydrique [3.4.2], où la vulnérabilité est souvent exacerbée par la rapide croissance de la population et de la demande en eau potable [3.5.1].

L'augmentation de la température des eaux, de l'intensité des précipitations et de la longueur des périodes d'étiage vont probablement exacerber de nombreuses formes de pollution de l'eau, ce qui impactera les écosystèmes, la santé humaine, la fiabilité du réseau d'eau potable et les coûts de maintenance de ce dernier (confiance élevée).

Ces polluants comprennent des sédiments, des nutriments, du carbone organique sous forme dissoute, des organismes

pathogènes, des pesticides, du sel et la pollution thermique [3.2, 3.4.4, 3.4.5].

Les changements climatiques affectent l'efficacité et le fonctionnement des infrastructures existantes d'approvisionnement en eau de même que les pratiques de gestion de l'eau (confiance très haute).

Les effets dommageables du climat sur les systèmes d'approvisionnement en eau douce aggravent les impacts d'autres sources de pression, tels que la croissance démographique, le changement dans les activités économiques, le changement d'affectation des sols et l'urbanisation [3.3.2, 3.5]. Globalement, la demande en eau augmentera au cours des décennies à venir, ceci étant dû avant tout à la croissance démographique et à la concentration de cette dernière autour de certains pôles. Pour certaines régions, de grandes variations dans la demande d'eau à des fins d'irrigation, conséquence des changements climatiques, sont probables [3.5.1]. Les pratiques actuelles de gestion de l'eau seront très probablement incapables de réduire les impacts dommageables des changements climatiques sur la fiabilité de l'approvisionnement en eau,

sur le risque d'inondation, sur la santé, sur l'énergie et sur les écosystèmes aquatiques [3.4, 3.5]. Une meilleure intégration de la variabilité climatique actuelle dans la gestion de l'eau et liée à l'eau facilitera probablement l'adaptation aux changements climatiques à venir [3.6].

Les procédures d'adaptation et les pratiques de gestion du risque du secteur de l'eau se développent dans certains pays et dans certaines régions (par exemple les Caraïbes, le Canada, l'Australie, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, les Etats-Unis, l'Allemagne) qui reconnaissent l'incertitude des changements hydrologiques tels qu'ils sont reflétés par les projections (confiance très élevée).

Depuis la troisième Evaluation du GIEC, les incertitudes ont été évaluées et leur interprétation s'est améliorée, et de nouvelles méthodes (par exemple les approches par ensembles) sont en cours de développement pour leur caractérisation [3.4, 3.5]. Néanmoins, des projections quantitatives pour les précipitations, le débit et le niveau des eaux à l'échelle des bassins fluviaux restent incertaines [3.3.1, 3.4].

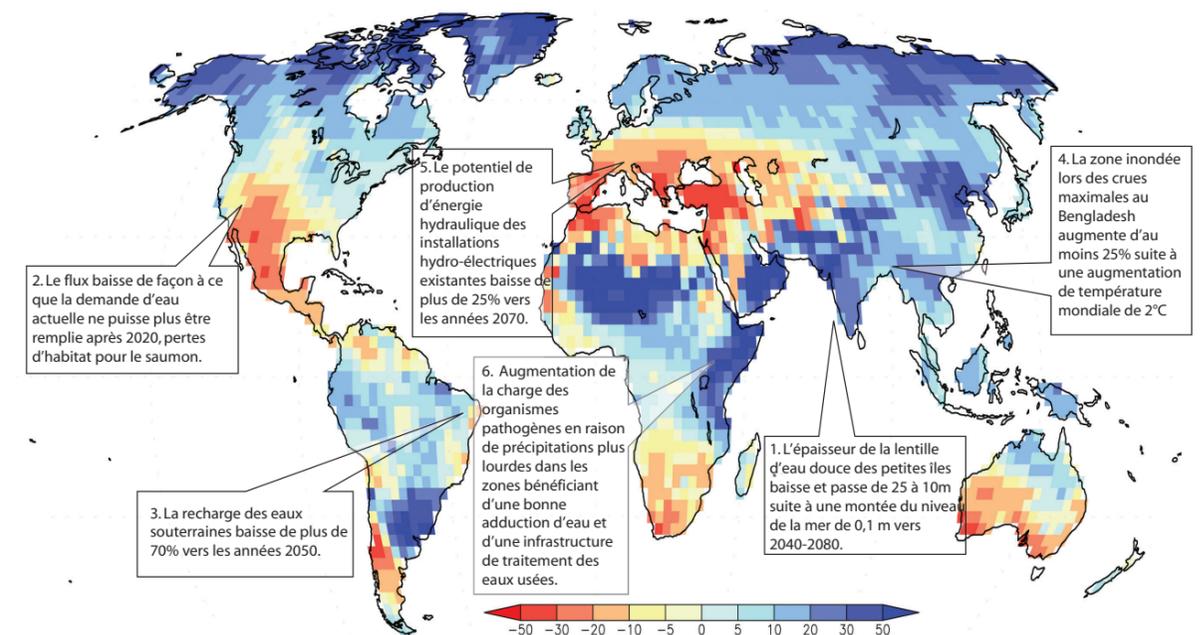


Figure RT.5. Carte illustrant les impacts des changements climatiques à venir sur l'eau douce, là où cela représente un risque pour le développement durable des régions affectées. L'arrière-plan illustre la variation moyenne d'ensemble du flux annuel, en pourcentages, entre la période présente (1981-2000) et 2081-2100 selon le scénario d'émissions RSSE A1B ; le bleu indique une augmentation, le rouge une baisse. [F3.2]

⁹ Sauf mention contraire.

¹⁰ Pour exprimer les changements de température par rapport à l'ère préindustrielle (env. 1750), ajoutez 0,6°C.

Les impacts dommageables des changements climatiques sur les systèmes hydrologiques sont supérieurs à leurs avantages (confiance élevée).

Toutes les régions définies par le GIEC montrent un bilan globalement négatif quant à l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau et sur les écosystèmes dulcicoles. Les zones où le débit est destiné à baisser selon les projections feront probablement face à une réduction de la valeur des services fournis par les ressources en eau. Les impacts bénéfiques de l'augmentation du débit sur une base annuelle, dans d'autres zones, sera probablement limité par les effets négatifs issus de la recrudescence de la variabilité de précipitations, de déplacements dans les variations saisonnières de débit, de la détérioration de la qualité de l'eau et des risques d'inondation (v. fig. RT.5) [3.4, 3.5].

Les écosystèmes

Les relevés géologiques du passé montrent que les écosystèmes ont une certaine capacité à s'adapter naturellement aux changements climatiques [GT I RE4 chapitre 6; 4.2.] mais cette résilience ¹¹ n'a jamais fait face à une population humaine mondiale très dense, à ses multiples exigences et à ses pressions multiples sur les écosystèmes [4.1, 4.2].

La résilience de nombreux écosystèmes (leur capacité à s'adapter naturellement) sera probablement dépassée vers 2100 par une combinaison sans précédent de changements climatiques, des bouleversements qui y sont liés (par exemple les inondations, les sécheresses, les incendies de forêt, les insectes, l'acidification des océans) et d'autres facteurs de changement au niveau

¹¹On définit par *résilience* la capacité d'un système social ou écologique à absorber les perturbations tout en conservant la même structure de base et la même façon de fonctionner, la capacité d'auto-organisation et la capacité à s'adapter naturellement au stress et au changement.

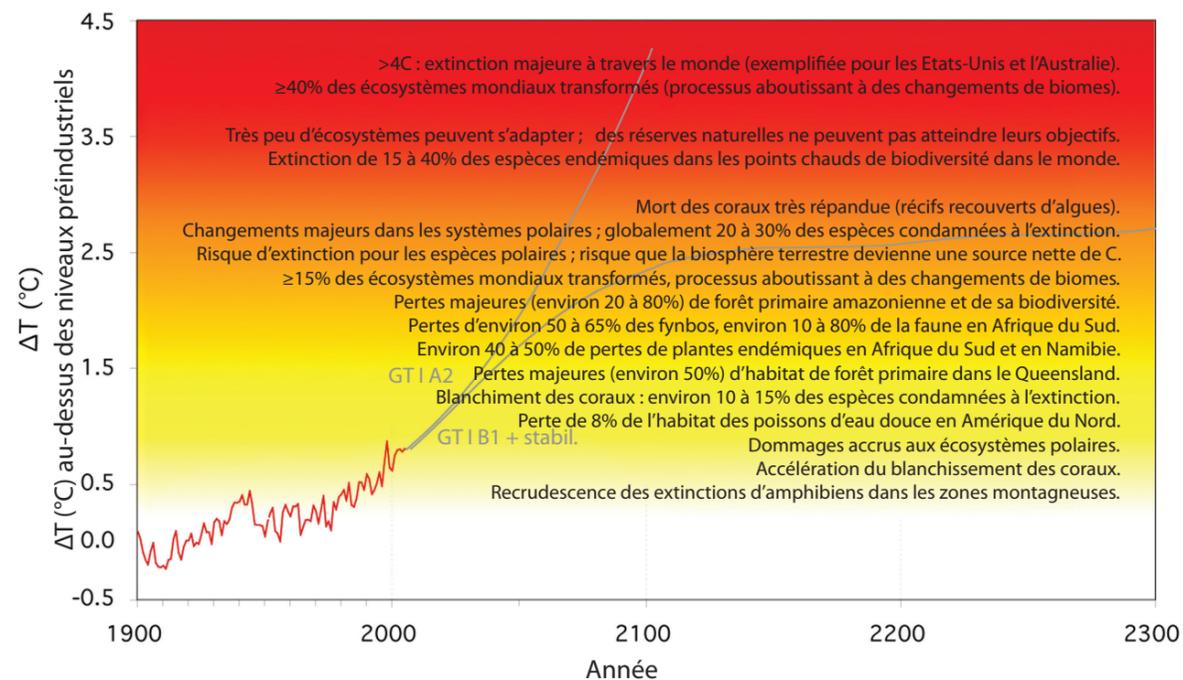


Figure TS.6. Compendium des risques projetés dus aux impacts critiques du changement climatique sur des écosystèmes à différents niveaux d'augmentation de la température moyenne mondiale, ΔT , sur la base du climat préindustriel, utilisé comme proxy du changement climatique. La courbe rouge montre les anomalies de température observées pour la période 1900-2005 [GTI RE4 F3.6]. Les deux courbes grises fournissent des exemples de la possible évolution future du changement moyen mondial de la température (ΔT) avec le temps [GTI RE4 F10.4] à l'aide d'exemples issus des réponses moyennes multi-modèles simulées par le GTI (i) au scénario A2 de forçage radiatif (WGIA2) et (ii) au scénario B1 étendu (WGI B1+stabil), où le forçage radiatif d'après 2100 est maintenu constant à la valeur de 210 [GTI RE4 F10.4, 10.7]. Les zones ombrées blanches indiquent des impacts ou des risques neutres, légèrement positifs ou négatifs; la couleur jaune indique les impacts négatifs pour certains systèmes ou les risques modérés; et la couleur rouge indique les impacts négatifs ou les risques qui sont plus répandus et/ou d'une ampleur plus grande. Les impacts illustrés prennent en compte les impacts des changements climatiques seulement, et omettent les effets des changements dans l'affectation des sols, de la surcollecte et de la population (par exemple l'épandage d'azote). Quelques-uns, cependant, prennent en compte les changements dans le régime des incendies, plusieurs prennent en compte les effets d'augmentation de la productivité liés à l'augmentation du CO_2 atmosphérique et certains prennent en compte les effets liés aux migrations. [F4.4, T4.1]

mondial (par exemple les changements d'affectation des sols, la pollution, la surexploitation des ressources) (confiance élevée).

Les écosystèmes seront très probablement exposés à des niveaux de CO_2 atmosphérique bien plus importants qu'au cours des 650'000 dernières années, et à des températures moyennes mondiales au moins aussi élevées qu'au cours des 740'000 dernières années [GTI RE4 chapitre 6; 4.2, 4.4.10, 4.4.11]. Vers 2100, il est très probable que le pH des océans sera plus bas qu'au cours des 200 millions d'années écoulées précédemment [4.4.9]. L'usage extractif et la fragmentation de l'habitat des espèces animales sauvages va très probablement limiter l'adaptation de ces dernières [4.1.2, 4.1.3, 4.2, 4.4.5, 4.4.10]. Lorsque la résilience des écosystèmes sera dépassée, les réponses se manifesteront très probablement selon un schéma de seuils, et seront irréversibles à vues humaines, comme des pertes de biodiversité impliquant l'extinction des espèces, l'interruption des interactions écologiques des espèces animales et végétales, et des changements majeurs dans la structure des écosystèmes et des bouleversements affectant ces derniers (en particulier les incendies de forêt et les insectes) (v. fig. RT.6). Les propriétés-clés des écosystèmes (par exemple la biodiversité) ou les fonctions régulatrices de ces derniers (par exemple le stockage du carbone) seront très probablement mis à mal [4.2, 4.4.1, 4.4.2 to 4.4.9, 4.4.10, 4.4.11, F4.4, T4.1].

La biosphère terrestre deviendra probablement une source nette de carbone aux environs de 2100, amplifiant ainsi les changements climatiques, si l'on postule que les émissions de gaz à effet de serre se poursuivront à une allure égale ou supérieure aux émissions actuelles et que les autres changements globaux non atténués, tel le changement d'affectation des sols, se poursuivront sans atténuation (confiance élevée)

Plusieurs stocks importants de carbone terrestres sont vulnérables aux impacts du changement climatique et/ou du changement de l'affectation des sols [F4.1, 4.4.1, F4.2, 4.4.5, 4.4.6, 4.4.10, F4.3]. La biosphère terrestre fonctionne actuellement, de façon variable mais généralement croissante, comme un absorbeur de carbone (en raison du fait que le CO_2 est utilisé par les plantes, en raison des changements climatiques modérés et en raison d'autres effets encore) mais il est probable que ces effets atteindront leur apogée avant le milieu du siècle et que la biosphère terrestre deviendra ensuite une source de carbone, amplifiant ainsi les changements climatiques [F4.2, 4.4.1, 4.4.10, F4.3, 4.4.11], tandis que la capacité

tampon des océans commencera à saturer [GTI RE4, par exemple, 7.3.5.] Il est probable que cela se produira avant 2100, si l'on postule des émissions de gaz à effet de serre continuellement égales ou supérieures aux taux actuels et la présence de facteurs de changement globaux, y compris le changement d'affectation des sols, notamment le déboisement. Les émissions de méthane en provenance de la toundra s'intensifieront probablement [4.4.6].

Environ 20 à 40% (selon les biotes régionaux de 1% à 80%) des espèces évaluées jusqu'à présent (au sein d'échantillons dont les distorsions ont été éliminées) courront probablement un risque d'extinction plus important si les températures moyennes mondiales dépassent de 2 à 3°C les niveaux préindustriels (confiance moyenne).

Les pertes de biodiversité au niveau mondial sont l'un des éléments les plus pertinents, car il s'agit de phénomènes irréversibles [4.4.10, 4.4.11, F4.4, T4.1]. La richesse en espèces endémiques est la plus importante là où les changements paléoclimatiques ont été les plus faibles, ce qui indique que les espèces endémiques encourent une plus grande probabilité d'extinction que dans le passé géologique [4.4.5, 4.4.11, F4.4, T4.1]. L'acidification des océans est susceptible d'empêcher la formation de coquilles à base d'aragonite parmi une large palette d'organismes marins planctoniques et originaire des zones benthiques de faible profondeur [4.4.9, E4.4]. Les pratiques de conservation sont généralement mal préparées pour affronter les changements climatiques, et des réponses adaptatives efficaces seront probablement coûteuses à mettre en place [4.4.11, T4.1, 4.6.1]. Bien que le chiffrage des liens entre l'absence d'atteintes à la biodiversité et les services liés aux écosystèmes soit encore incertain, une haute confiance est établie pour affirmer que la relation est qualitativement positive [4.1, 4.4.11, 4.6, 4.8].

Des modifications substantielles de la structure et du fonctionnement des écosystèmes terrestres et marins surviendront très probablement en cas de hausse de 2 à 3°C de la température moyenne à la surface du globe au-dessus des niveaux préindustriels et d'accroissement correspondant de la concentration de CO_2 atmosphérique (confiance élevée).

Des changements majeurs dans les biomes, y compris l'apparition de nouveaux biomes, et des changements dans les interactions écologiques des espèces, avec des conséquences globalement négatives pour les biens et les services, se produiront très probablement à ces niveaux d'augmentation de la température, et sont pratiquement

certaines au-delà de ces niveaux [4.4]. On s'attend à ce que l'acidification progressive des océans, brièvement mentionnée ci-dessus, due à l'augmentation de la concentration du CO₂ atmosphérique aie des incidences négatives sur les organismes marins testacés (par exemple les coraux) et sur les espèces qui en dépendent [RE4.4, 6.4].

Produits alimentaires, fibreux et forestiers

Dans les régions de latitude moyenne à élevée, un réchauffement modéré a des conséquences bénéfiques pour les rendements des cultures et des pâturages, mais même un léger réchauffement aboutit à une baisse de rendement dans les régions sèches situées sous les tropiques (confiance moyenne).

Les résultats modélisés pour une palette de sites ont mis en évidence que, dans les régions tempérées, des augmentations modérées des températures moyennes locales (de 1 à 3°C), de même que l'augmentation corrélative du taux de CO₂ et les changements de précipitations sous forme de pluies peuvent avoir un impact légèrement bénéfique sur les rendements agricoles. Sous des latitudes plus basses, en particulier dans les zones intertropicales à saison sèche, même des augmentations de température modérées (de 1 à 2°C) auront probablement des impacts négatifs sur les rendements des principales cultures céréalières, ce qui augmentera le risque de famine. Un réchauffement plus important aura des impacts négatifs croissants dans toutes les régions (confiance moyenne à basse) (v. fig. RT.7) [5.4].

Les changements climatiques augmentent marginalement le nombre d'êtres humains risquant la famine, en prenant en compte de larges réductions dues au développement socio-économique (confiance moyenne).

En comparaison avec les 820 millions de personnes en situation de sous-alimentation aujourd'hui, les scénarios de développement socio-économique du RSSE, sans changements climatiques, projettent un nombre situé entre 100 et 240 millions de personnes en état de sous-alimentation (scénarios A1, B1 et B2 – 770 millions selon le scénario A2) en 2080 (confiance moyenne). Les scénarios comportant des changements climatiques aboutissent à des projections d'entre 100 et 380 millions d'êtres humains en état de sous-alimentation pour les scénarios A1, B1 et B2 et entre 740 et 1'300 millions pour le scénario A2 en 2080 (confiance basse à moyenne). Les intervalles indiquent ici l'étendue des effets de l'exclusion et de l'inclusion des effets du CO₂ dans les scénarios. Les changements climatiques et l'analyse économique

et sociale se combinent pour modifier la distribution régionale des risques de famine, avec des effets négatifs importants dans l'Afrique sub-saharienne (confiance basse à moyenne) [5.4, T5.6].

Les changements projetés dans la fréquence et l'importance des événements climatiques extrêmes ont des conséquences significatives sur la production alimentaire et sylvicole, sur l'insécurité alimentaire, en plus des impacts du climat moyen projeté (confiance élevée).

Les études récentes indiquent qu'une haute fréquence de stress thermique, de sécheresse et d'inondations affectent les rendements agricoles et des élevages au-delà des impacts des changements climatiques moyens, créant la possibilité de surprises, avec des impacts plus importants et plus précoces que ce qui a été prédit en se basant sur les changements dans les variables moyennes seules [5.4.1, 5.4.2]. C'est particulièrement le cas pour les secteurs de subsistance sous de faibles latitudes. La variabilité et les changements du climat modifient aussi les risques de multiplication des incendies, des nuisibles et des organismes pathogènes, affectant négativement les activités vivrières, liées à la production de fibres et à la foresterie (confiance élevée) [5.4.1 à 5.4.5.5.RE].

Les simulations suggèrent l'existence d'avantages relatifs croissants liés à l'adaptation pour les cas de réchauffement faible à modéré (confiance moyenne), bien que l'adaptation puisse puiser dans les ressources en eau et les ressources environnementales au fur et à mesure que le réchauffement s'intensifie (confiance faible).

De multiples options adaptatives existent qui impliquent des coûts différents, s'étendant depuis la modification des pratiques sur place au changement de localisation des activités de production alimentaire, de fibres et de produits issus des forêts [5.5.1]. L'efficacité de l'adaptation varie depuis une réduction marginale seule des impacts négatifs jusqu'au changement de signe de l'impact, de négatif à positif. En moyenne, dans les systèmes de cultures céréalières, des adaptations telles que le changement de cultivars utilisés et du moment choisi pour les semences permettent d'éviter une réduction de productivité de 10 à 15%, ce qui correspond à une augmentation de température locale de 1 à 2°C. Le bénéfice issu de l'adaptation tend à augmenter avec l'importance du changement climatique [F5.2]. Des changements dans les politiques et dans les institutions sont nécessaires pour faciliter l'adaptation. La pression visant à cultiver toujours plus de terres ou à adopter des pratiques agricoles non durables est

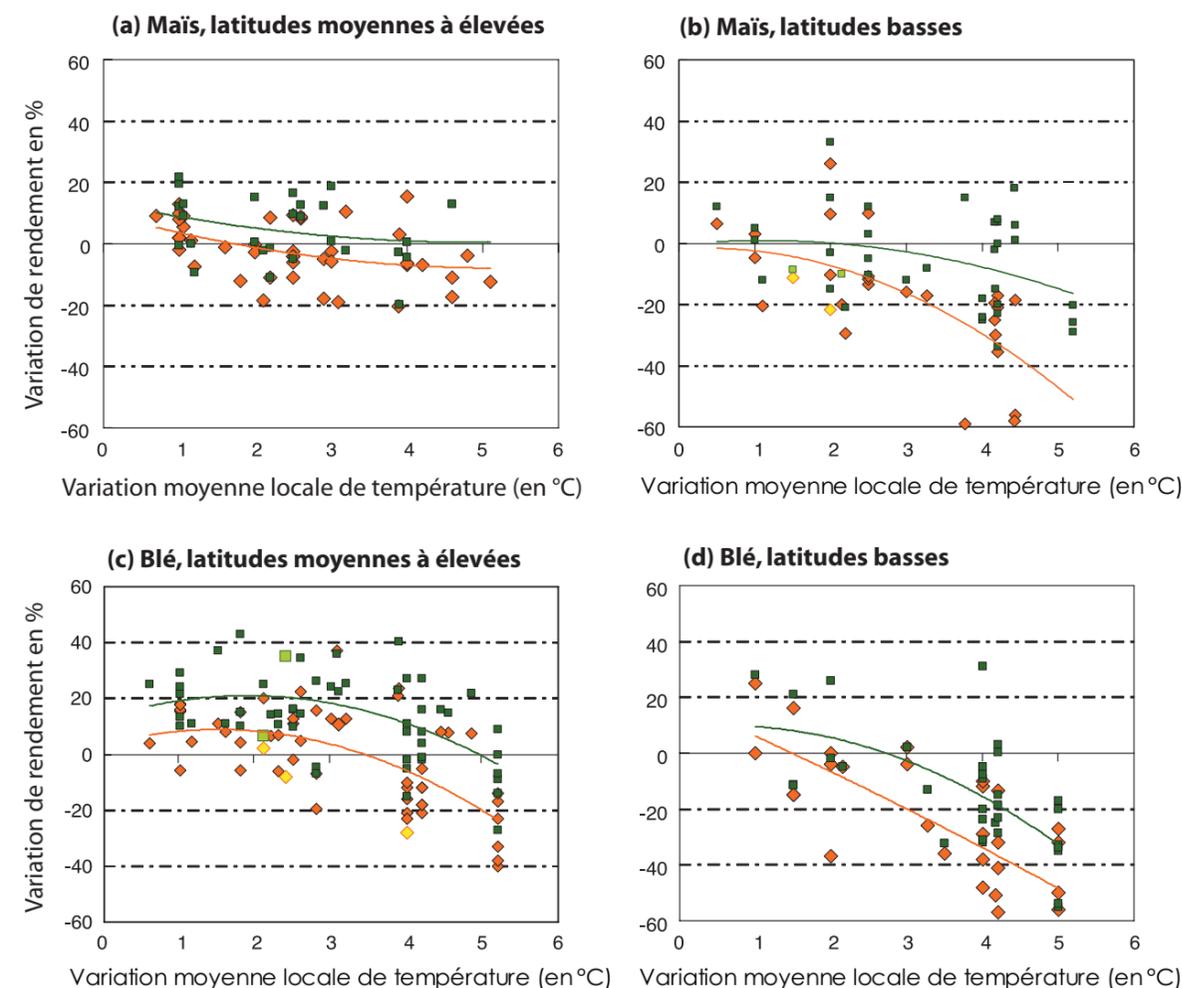


Figure RT.7. Sensibilité aux changements climatiques des rendements céréaliers pour le maïs et le blé. Les réponses intègrent des cas sans adaptation (points orange) et avec adaptation (points verts). Les études sur lesquelles cette figure est basée s'étendent sur une variété de changements dans les précipitations et dans les concentrations de CO₂, et varient en fonction de leur rendu des changements à venir de variabilité climatique. Par exemple, les points de couleur claire sous (b) et (c) représentent les réponses des cultures arrosées par la pluie sous des scénarios climatiques impliquant une chute de précipitations. [F5.4].

susceptible d'accélérer la dégradation des sols et l'usage des ressources, et de mettre en danger la biodiversité des espèces sauvages comme celle des espèces domestiques [5.4.7]. Des mesures d'adaptation devraient faire partie des stratégies et des programmes de développement, des programmes et des stratégies de réduction de la pauvreté à l'échelle nationale [5.7].

Les petits paysans et les fermiers pratiquant une agriculture de subsistance, les populations pastorales et les pêcheurs artisanaux souffriront probablement d'impacts complexes et localisés du changement

climatique (confiance élevée).

Ces groupes de personnes, dont la capacité d'adaptation est limitée, feront probablement l'expérience d'effets négatifs sur le rendement des cultures tropicales, combinés à une vulnérabilité haute aux événements extrêmes. Sur le long terme, il y aura probablement des incidences négatives supplémentaires d'autres processus liés au climat, par exemple la diminution de la couverture neigeuse, particulièrement dans la plaine de l'Indus et du Gange, l'élévation du niveau de la mer, et la prolifération de maladies humaines qui affecteront la main-d'œuvre

agricole (confiance élevée) [5.4.7].

Globalement, on estime que la production forestière ne changera que modestement en fonction des changements climatiques dans le court et le moyen terme (confiance moyenne).

Les changements dans la production mondiale de matières premières forestières vont d'une modeste augmentation à une légère baisse, bien que les différences locales et régionales soient probablement destinées à être importantes [5.4.5.2]. L'augmentation de la production se déplacera probablement, se situant à court terme dans les régions de basse latitude, puis dans les régions de haute latitude à long terme [5.4.2].

On s'attend à ce que les extinctions locales d'espèces de poissons particulières aient lieu à la limite des zones de répartition (confiance élevée).

Il est probable que des changements régionaux dans la distribution et l'abondance d'espèces particulières de poissons continuent et que des extinctions locales se produisent aux limites des zones de répartition, particulièrement pour les espèces d'eau douce et les espèces diadromes (par exemple le saumon ou l'esturgeon). Dans certains cas, la répartition et la productivité augmenteront probablement [5.4.6]. Des preuves nouvelles suscitent l'inquiétude quant au ralentissement de la circulation thermohaline (MOC), avec des conséquences potentiellement sérieuses pour la pêche [5.4.6].

On s'attend à ce que le commerce de produits alimentaires et forestiers s'intensifie en réponse au changement climatique, avec une dépendance à l'importation de produits alimentaires accrue pour la plupart des pays en voie de développement (confiance moyenne à faible).

Tandis que le pouvoir d'achat pour les produits alimentaires se renforcera probablement d'ici 2050, en raison de la baisse des prix en termes réels, il sera affecté de façon négative par des prix plus élevés en termes réels de 2050 à 2080 en raison des changements climatiques [5.6.1, 5.6.2]. Il est probable que les exportations de biens alimentaires en provenance des zones tempérées à destination des pays tropicaux augmenteront [5.6.2], avec une probabilité inverse pour les biens forestiers dans le court terme [5.4.5].

La recherche expérimentale sur la réponse des cultures à des taux élevés de CO₂ confirme les données du TRE (confiance moyenne à élevée). De nouveaux résultats laissent à penser que les forêts montreront des

réactions moins importantes (confiance moyenne).

De nouvelles analyses récentes des études menées sur le Free-Air Carbon Dioxide Enrichment (FACE) indiquent qu'à 550 ppm de CO₂, les rendements augmentent, sans autres facteurs de pression, de 10 à 20% par rapport aux rendements obtenus avec les concentrations actuelles pour les cultures C3 et de 0 à 10% pour les cultures C4 (confiance moyenne). Les simulations de modèles de cultures en situation d'élévation de la concentration de CO₂ sont en cohérence avec ces intervalles (confiance élevée) [5.4.1]. De récents résultats FACE laissent à penser qu'il n'y a pas de réponse significative pour le peuplement des forêts matures et confirment une croissance améliorée pour le peuplement des jeunes arbres [5.4.1]. L'exposition à l'ozone limite la réponse au CO₂ aussi bien pour les cultures que pour les forêts [RE5.2].

Systèmes côtiers et zones de basses-terres

Depuis le TRE, notre compréhension des implications du changement climatique au sein des systèmes côtiers et des zones de faible altitude (ci-après : « les côtes ») s'est substantiellement améliorée, et six messages pertinents au niveau politique ont émergé.

Les côtes subissent les conséquences négatives des dangers liés au climat et au niveau de la mer (confiance très élevée). Les côtes sont très vulnérables aux événements extrêmes tels que les tempêtes, qui prélèvent un lourd tribut sur les sociétés côtières [6.2.1, 6.2.2, 6.5.2]. Chaque année, environ 120 millions de personnes sont menacées par les cyclones tropicaux. Les tempêtes ont tué 250'000 personnes de 1980 à 2000 [6.5.2]. Au cours du XX^e siècle, l'élévation mondiale du niveau de la mer a contribué à l'augmentation des inondations côtières, à l'érosion et aux pertes d'écosystèmes côtiers, mais le rôle de l'élévation du niveau de la mer est difficile à déterminer précisément en raison de variations régionales et locales considérables, dues à d'autres facteurs [6.5.2, 6.4.1]. A la fin du XX^e siècle, les effets de la hausse des températures comprennent la perte de glaces de mer, la fonte du pergélisol et le recul des côtes qui lui est associé sous les hautes latitudes, et plus fréquemment le blanchissement du corail et une mortalité accrue sous les basses latitudes [6.2.5].

Les côtes seront très probablement exposées à des risques accrus au cours des décennies à venir en raison de nombreux facteurs de changement climatique en concours (confiance très élevée).

Les changements liés au climat qui sont attendus comprennent : une élévation du niveau de la mer de 0,2

à 0,6 m ou plus vers 2100 ; une poursuite de la hausse des températures de la surface de la mer de 1 à 3 °C ; des cyclones tropicaux et extratropicaux d'une intensité croissante ; la survenue généralement plus massive de vagues et de tempêtes extrêmes ; une modification dans les précipitations et le débit ; et l'acidification des océans [GTI RE4 chapitre 10 ; 6.3.2]. Ces phénomènes varieront considérablement à l'échelle régionale et à l'échelle locale, mais il est pratiquement certain que les impacts seront massivement négatifs [6.4, 6.5.3]. Les écosystèmes des zones humides côtières, comme les marais salants ou les mangroves, sont très probablement menacés là où ils manquent de sédiments ou lorsque leur étendue vers l'intérieur des terres est limitée [6.4.1]. La dégradation des écosystèmes côtiers, spécialement des zones humides et des récifs coralliens, comporte de sérieuses implications pour le bien-être des sociétés qui dépendent des écosystèmes côtiers pour se fournir en biens et en services [6.4.2, 6.5.3]. La recrudescence des inondations et la dégradation des ressources en eau douce, halieutiques et des autres ressources pourraient avoir un impact sur des centaines de millions de personnes, et les coûts socio-économiques pour les côtes se multiplieront de façon pratiquement certaine en conséquence du changement climatique [6.4.2, 6.5.3].

L'impact des changements climatiques sur les côtes est exacerbé par la recrudescence des pressions induites par les êtres humains (confiance très élevée).

L'utilisation des côtes a augmenté de façon spectaculaire au cours du XX^e siècle et cette tendance se poursuivra de façon pratiquement certaine au cours du XXI^e siècle. Selon les scénarios du RSSE, la population côtière pourrait passer de 1,2 milliards de personnes (en 1990) à entre 1,8 et 5,2 milliards de personnes vers les années 2080, en fonction de l'orientation des tendances à venir dans les migrations dirigées vers les côtes [6.3.1]. Des centaines de millions de personnes et des équipements de première importance, mis en danger sur la côte, sont soumis à des pressions supplémentaires par le fait de l'affectation des sols et des modifications hydrologiques dans les retenues, y compris les barrages qui limitent l'approvisionnement des côtes en sédiments [6.3]. Trois types de configuration montrent une vulnérabilité sociétale aiguë : (i) les deltas (v. fig. RT.8), en particulier les sept grands deltas asiatiques avec une population additionnée dépassant déjà les 200 millions ; (ii) les zones urbaines côtières peu élevées, en particulier celles qui sont sujettes à affaissement ; et (iii) les petites îles, en particulier les atolls coralliens [6.4.3].

L'adaptation des côtes au sein des pays en voie de développement sera, de façon pratiquement certaine, plus difficile que pour les côtes des pays développés (confiance élevée).

Les pays en voie de développement sont déjà en train de vivre les impacts les plus sévères des dangers liés aux zones côtières [6.5.2]. Il est pratiquement certain que cette situation se prolongera en cas de changements climatiques, même dans l'hypothèse d'une adaptation optimale, l'Asie et l'Afrique étant les zones les plus exposées [6.4.2, E 6.6, F 6.4, 6.5.3]. Les pays en voie de développement ont une capacité d'adaptation encore plus restreinte du fait de leur stade de développement, les zones les plus vulnérables étant concentrées dans les configurations exposées ou sensibles telles les petites îles et les deltas [6.4.3]. L'adaptation dans les pays en voie de développement sera la plus difficile dans ces sites vulnérables [6.4.3].

Les coûts de l'adaptation pour les côtes vulnérables seront bien moindres que les coûts de l'inaction (confiance élevée)

Il est pratiquement certain que les coûts de l'adaptation aux changements climatiques seront moindres que les coûts engendrés par les dégâts aux côtes les plus développées, même si on ne prend en compte que les pertes de biens et les pertes en vies humaines [6.6.2, 6.6.3]. Comme la comptabilisation des coûts engendrés par les catastrophes naturelles ne prend généralement pas en compte les impacts qui se font jour après ces catastrophes dans le domaine économique, pour ce qui concerne la vie quotidienne, le logement, les institutions sociales publiques et privées, les ressources naturelles et l'environnement, il est pratiquement certain que les avantages totaux de l'adaptation seront encore plus importants [6.5.2, 6.6.2]. Sans action, les scénarios qui projettent les hausses du niveau de la mer les plus importantes, combinées avec d'autres changements climatiques (par exemple la croissance de l'intensité des tempêtes), aboutiront à rendre inhabitables les îles plates et les autres zones de peu d'altitude (par exemple dans les deltas et les méga-deltas) aux alentours de 2100 [6.6.3]. Une adaptation dans les faits aux changements climatiques peut être intégrée dans une approche gestionnaire des côtes plus large, permettant de réduire les coûts de mise en place, entre autres avantages [6.6.1.3].

Le caractère inévitable de l'élévation du niveau de la mer, même à plus long terme, est souvent en opposition avec les types et les tendances du développement humain contemporain (confiance élevée).



Figure RT.8 – La vulnérabilité relative des deltas côtiers, indiquée en fonction d'estimations de la population potentiellement déplacée par les tendances de l'élévation du niveau de la mer jusqu'en 2050 (extrême : > 1 million ; haute : 1 million à 50'000 ; moyenne 50'000 à 5'000) [RE 6.3]. Les changements climatiques exacerberaient ces impacts.

L'élévation du niveau de la mer a une inertie substantielle et se poursuivra après 2100 pour de nombreux siècles [GTI RE4, chapitre 10]. La dislocation des nappes glaciaires de l'Antarctique et/ou du Groenland augmenterait significativement cette hausse de long terme. Pour le Groenland, on estime que le seuil de température pour cette dislocation se situe entre 1,1 et 3,8°C au-dessus de la température moyenne mondiale actuelle. Il est probable que cette température sera atteinte vers 2100 sous le scénario A1B [GTI RE4, chapitre 10]. Ces faits mettent en cause la viabilité à long terme de bien des établissements et infrastructures humains en zone côtière (les centrales nucléaires par exemple) à travers le monde et la tendance actuelle d'usage accru, par les humains, des zones côtières, y compris une vague de migration significative en direction des côtes. Ce problème est un défi pour la planification spatiale à long terme en zone côtière. Il est probable que la stabilisation du climat réduise le risque de dislocation des nappes glaciaires, et qu'elle ralentisse, sans arrêter, l'élévation du niveau de la mer en raison de la dilatation thermique [RE 6.6]. De ce fait, depuis le Troisième Rapport d'évaluation, il est devenu pratiquement certain que la réponse la plus appropriée à l'élévation du niveau de la mer pour les zones côtières est une combinaison d'adaptation, pour faire face à l'inéluctable montée des eaux, et à l'atténuation pour circonscrire la montée des eaux à long terme dans les limites de ce qui est gérable [6.6.4, 6.7].

industries, établissements humains et société

Pratiquement tous les êtres humains vivent dans des établissements, et beaucoup d'entre eux dépendent des industries, des services et des infrastructures pour leur travail, leur bien-être et leur mobilité. Pour ces gens, le changement climatique ajoute un nouveau défi dans la quête d'un développement durable des sociétés dans le monde entier. Les impacts associés à ce défi seront principalement déterminés par l'orientation des tendances à l'œuvre dans les systèmes humains dans les décennies à venir, tandis que les conditions climatiques exacerberont ou amélioreront les facteurs de tension associés aux systèmes non climatiques [7.1.1, 7.4, 7.6, 7.7].

Les incertitudes inhérentes à la prédiction du chemin que suivront le changement technologique et institutionnel et les tendances du développement socio-économique au cours d'une période s'étendant sur plusieurs décennies limite notre capacité à projeter les perspectives futures pour l'industrie, les établissements humains et la société là où un changement climatique considérable est impliqué par comparaison aux perspectives présentes là où des changements climatiques relativement restreints sont prévus. C'est pourquoi, dans de nombreux cas, la recherche a eu tendance jusqu'à ce jour à se focaliser sur les vulnérabilités aux impacts plutôt que sur la projection des impacts des changements, en parlant davantage de ce qui pourrait se passer que sur ce qu'on s'attend à ce qu'il se passe [7.4].

Les vulnérabilités clés de l'industrie, des établissements humains et des sociétés sont le plus souvent liés à (i) des phénomènes climatiques qui vont au-delà du seuil permettant l'adaptation, selon le rythme et l'ampleur des changements climatiques, en particulier les événements climatiques extrêmes et/ou les changements climatiques brusques, et (ii) un accès limité aux ressources (financières, humaines, institutionnelles) pour y faire face, situation dont les racines remontent au contexte de développement (v. Tableau RT.1) [7.4.1, 7.4.3, 7.6, 7.7].

Les découvertes relatives au contexte de l'évaluation des vulnérabilités sont les suivantes.

Les vulnérabilités aux changements climatiques dans l'industrie, les établissements et les sociétés sont davantage liées aux événements climatiques extrêmes qu'aux changements climatiques progressifs, bien que les changements progressifs puissent être associés à des seuils au-delà desquels les impacts deviennent significatifs (confiance élevée).

Le caractère significatif des changements climatiques progressifs, par exemple les hausses de température moyenne, réside principalement dans la variabilité et la volatilité, y compris les changements de l'intensité et de la fréquence des événements extrêmes [7.2, 7.4].

À part les événements extrêmes les plus marquants, les changements climatiques sont rarement le principal facteur de pression sur la durabilité (confiance très élevée).

Le caractère significatif des changements climatiques (positifs ou négatifs) dépend de ses interactions avec les autres facteurs de changement et de pression, et ses impacts doivent être examinés au sein d'un contexte multifactoriel [7.1.3, 7.2, 7.4].

Les vulnérabilités aux changements climatiques dépendent largement de contextes géographiques et sectoriels relativement spécifiques (confiance très élevée).

Il n'existe pas d'estimation ni de modélisation évaluée de façon fiable et à grande échelle (agrégat) [7.2, 7.4].

Les impacts des changements climatiques varient entre des zones et secteurs directement impactés et d'autres zones et secteurs via des liens complexes et de nature étendue et variée (confiance très élevée)

Dans de nombreux cas, les impacts agrégés n'ont fait l'objet que d'une estimation grossière car ne prenant en compte que les impacts directs [7.4].

Santé publique

Les changements climatiques contribuent actuellement à la charge mondiale de la maladie et aux décès prématurés (confiance très élevée).

Les êtres humains sont exposés aux changements climatiques par le truchement de schémas météorologiques modifiés (par exemple, des événements extrêmes plus intenses et plus fréquents) et indirectement par le truchement de modifications dans l'eau, l'air, la quantité et la qualité de la nourriture, les écosystèmes, l'agriculture et l'économie. Dans les premiers stades, les effets sont d'importance restreinte, mais ils augmenteront, selon les projections, de façon progressive dans tous les pays et toutes les régions [8.4.1].

Les tendances projetées dans l'exposition à des facteurs importants pour la santé humaine, liées aux changements climatiques, auront des conséquences importantes (confiance élevée).

Les expositions projetées liées au climat affecteront probablement la santé de millions de gens, particulièrement ceux qui n'ont qu'une faible capacité d'adaptation, à travers :

- Une augmentation de la malnutrition et des troubles subséquents, avec des implications dans la croissance et le développement des enfants ;
- Un nombre de décès en hausse, de même que les maladies et les accidents dus aux vagues de chaleur, aux inondations, aux tempêtes, aux incendies et aux sécheresses ;
- Une augmentation de la charge des maladies diarrhéiques ;
- Des effets mêlés (augmentations et diminutions) pour ce qui concerne la transmission potentielle de la malaria en Afrique ;
- Une recrudescence du nombre de cas de maladies cardio-respiratoires liées à la hausse du niveau de concentration de l'ozone, elle-même liée aux changements climatiques ;
- La modification de la distribution spatiale de certains vecteurs de maladies infectieuses.

Ceci est illustré dans la figure RT.9 [8.2.1, 8.4.1].

La capacité d'adaptation doit être améliorée partout (confiance élevée).

Les impacts des ouragans et des vagues de chaleur de ces dernières années démontrent que même les pays à haut niveau de revenu ne sont pas bien préparés à faire face à des événements climatiques extrêmes [8.2.1, 8.2.2].

Des impacts sanitaires dommageables seront plus importants dans les pays à bas niveau de revenu (confiance élevée).

Les études menées en zone tempérée (dans la plupart des cas dans des pays industrialisés) ont démontré que les changements climatiques auront quelques retombées positives, selon les projections, comme par exemple un nombre de décès dus au froid en diminution. De façon globale, on s'attend à ce que ces effets positifs soient contrebalancés par les effets sanitaires dommageables de la hausse des températures dans le monde, tout particulièrement dans les pays en voie de développement. L'équilibre entre impacts sanitaires positifs et négatifs variera d'un lieu à l'autre, et se modifiera avec le temps et avec la hausse de la température. Dans tous les pays, les populations les plus à risque sont les pauvres en milieu urbain, les personnes âgées et les enfants, les sociétés traditionnelles, les agriculteurs de subsistance, et les

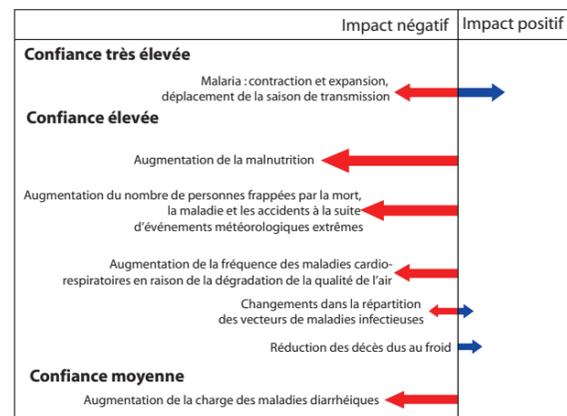


Figure RT.9 Direction et ampleur des changements de certains impacts des changements climatiques sur la santé.

populations des zones côtières [8. 4. 2, 8. 6, 8. 7.].

Les programmes et mesures actuels, aux niveaux national et international, qui visent à réduire la charge des déterminants sanitaires liés au climat et de leurs conséquences pourraient devoir faire l'objet d'une révision, d'une réorientation et dans certaines régions, d'une expansion pour faire face aux pressions supplémentaires des changements climatiques (confiance moyenne).

Cela intègre la considération des risques liés aux changements climatiques dans les systèmes de suivi et d'observation des maladies, la planification du système de santé, et l'état de préparation. La plupart des phénomènes sanitaires transitent par l'environnement. Des mesures mises en place dans les secteurs de l'eau, de l'agriculture, de l'alimentation et de la construction sont conçues pour être profitables à la santé humaine [8.6, 8.7].

Le développement économique est une composante importante de l'adaptation, mais en soi, il ne protégera pas la population du monde contre les maladies et les accidents dus aux changements climatiques (confiance très élevée).

Les voies suivies par le développement économique seront d'une importance critique, de même que la répartition des revenus de la croissance, et les facteurs qui donnent forme à la santé des populations, comme l'éducation, les soins de santé, et l'infrastructure de la santé publique [8.3.2].

RT 4.2 Impacts régionaux, adaptation et vulnérabilité

Un résumé des impacts projetés pour chaque région figure dans l'Encart RT.6.

Afrique

Il est probable que la production agricole de nombreux pays et régions africains sera sévèrement compromise par les changements climatiques et par la variabilité climatique. Cela aurait un impact dommageable sur la sécurité alimentaire et exacerberait la malnutrition (confiance très élevée).

Les rendements agricoles et la dépendance aux ressources naturelles forment une large part des modes de vie locaux dans beaucoup, mais pas dans tous, les pays africains. L'agriculture contribue de façon prépondérante aux économies de la plupart des pays africains, la moyenne se situant à 21% du PNB et pouvant se situer entre 10 et 70%, avec des indications que les activités agricoles annexes augmentent la contribution totale de l'agriculture dans certains pays [9.2.2, 9.4.4]. Il est démontré qu'il est possible que les déperditions en terres agricoles soient sévères pour certaines zones (par exemple le Sahel, l'Afrique orientale et australe) et accompagnées de changements dans la durée de la saison de végétation qui auront un impact sur les systèmes arides, semi arides et pluvieux selon certaines projections climatiques. Dans certains pays, les rendements de l'agriculture utilisant la pluie pour l'irrigation pourraient connaître des baisses allant jusqu'à 50% en 2020. Au niveau local, de

Phénomènes liés au climat	Preuves d'impacts / de vulnérabilité actuels	Autres processus, autres pressions	Projection de futurs impacts ou de futures vulnérabilités	Zones et groupes concernés
---------------------------	--	------------------------------------	---	----------------------------

(a) Changements dans les phénomènes extrêmes

Survenue de cyclones tropicaux et de tempêtes	Dégâts et pertes humaines causées par les eaux et par le vent ; pertes économiques ; transports, tourisme, infrastructure (par exemple énergétique, de transport) ; assurances [7.4.2, 7.4.3, E 7.2, 7.5]	Affectation des sols / densité de population dans les zones risquant l'inondation ; défense contre les inondations ; architecture institutionnelle.	Vulnérabilité accrue dans les zones côtières à risque de tempêtes ; effets possibles sur les établissements, la santé, le tourisme les systèmes économique et de transports, les bâtiments et les infrastructures	Zones, établissements et activités côtières ; régions et populations ayant des ressources et des capacités limitées ; infrastructures fixes ; secteur des assurances
Pluies diluviennes, inondations côtières	Erosion / glissements de terrain ; inondations de terrain ; établissements ; systèmes de transports ; infrastructures [7.4.2, chapitres régionaux]	Similaire aux tempêtes côtières plus les infrastructures de drainage	Similaire aux tempêtes côtières plus les infrastructures de drainage	Similaire aux tempêtes côtières
Vagues de chaleur ou de froid	Effets sur la santé humaine ; stabilité sociale ; nécessités d'approvisionnement en énergie, en eau et autre services (stockage de l'eau et de la nourriture par exemple) ; infrastructure (transport de l'énergie par exemple) [7.2, E 7.1., 7.4.2.2, 7.4.2.3].	Conception des bâtiments et contrôle de la température intérieure ; contexte social ; architecture institutionnelle	Vulnérabilité accrue dans certaines régions et pour certaines populations ; effets sanitaires ; modifications dans les demandes énergétiques	Zones de latitude moyenne ; populations âgées, très jeunes et/ou très pauvres.
Sécheresse	Accès à l'eau ; mode de vie, production d'énergie, migrations, transports par voie fluviale ou lacustre [7.4.2.2, 7.4.2.3, 7.4.2.5].	Systèmes d'adduction d'eau ; usages de l'eau en concurrence ; demande énergétique ; contraintes imposées à la demande en eau	Défis liés à l'accès à l'eau dans les régions affectées ; déplacements des sites habités et hébergeant les activités ; investissements supplémentaires dans l'adduction d'eau	Régions semi-arides et arides ; zones et populations pauvres ; zones où l'eau est devenue rare du fait des activités humaines.

(b) Changements dans la moyenne

Températures	Demande et coûts énergétiques ; qualité de l'air urbain ; débâcle du pergélisol ; tourisme et loisirs ; commerce de détail ; modes de vie ; pertes d'eaux de fonte [7.4.2.1, 7.4.2.2, 7.4.2.4, 7.4.2.5]	Changements démographiques et économiques ; changements d'affectation des sols ; innovations technologiques ; pollution de l'air ; architecture institutionnelle	Déplacement de la demande énergétique ; dégradation de la qualité de l'air ; impacts sur les établissements et sur les modes de vie qui dépendent des eaux de fonte ; menaces sur les établissements et les infrastructures en raison de la débâcle du pergélisol dans certaines régions.	Très divers, mais les vulnérabilités les plus grandes concernent les endroits et les populations qui ont les capacités et les ressources adaptatives les plus limitées.
Précipitations	Modes de vie agricoles ; intrusion d'eau salée ; infrastructures d'adduction d'eau ; tourisme ; approvisionnement énergétique [7.4.2.1, 7.4.2.2, 7.4.2.3]	Concurrence des autres régions et des autres secteurs ; allocation des ressources en eau	Selon la région, la vulnérabilité de certaines zones aux effets de l'augmentation des précipitations (par exemple les inondations, mais l'effet peut être positif) et dans certains cas de la baisse (v. sécheresses ci-dessus)	Régions et populations pauvres
Elevation du niveau de la mer	Affectation des sols côtiers ; risques d'inondation, de submersion ; infrastructures liées à l'eau [7.4.2.3, 7.4.2.4]	Tendances dans le développement, les établissements et l'affectation des sols côtiers	Augmentations sur le long terme des vulnérabilités des zones côtières de basse altitude	Idem que ci-dessus

Tableau RT.1 - Exemples choisis des impacts actuels et projetés des changements climatiques sur l'industrie, les établissements humains et la société et de leurs interactions avec d'autres processus [texte intégral voir 7.4.3, T7.4]. Le bleu indique des impacts très significatifs à certains endroits et/ou pour certains secteurs; le bleu pâle indique des impacts significatifs; le bleu très pâle indique que le caractère significatif des impacts est moins clairement établi.

Encart RT.5 – Principaux impacts projetés pour les systèmes et les secteurs¹

Les ressources d'eau potable et leur gestion

- Les volumes d'eau stockée dans les glaciers et les couvertures neigeuses vont très probablement décliner, réduisant le débit en eau en été et en automne dans les régions où plus du sixième de la population mondiale vit actuellement. ** N [3.4.1]
- Les débits et les ressources disponibles en eau augmenteront très probablement sous les latitudes les plus hautes et dans certaines zones humides des tropiques, y compris dans les zones peuplées de l'Asie de l'est et du sud-est, et une diminution sera observée dans la plupart des zones de latitudes moyennes de même que dans les zones tropicales sèches, qui vivent à présent une situation de stress hydrique ** D [F 3.4]
- Les zones sujettes à sécheresses s'étendront probablement, et des événements précipitationnels extrêmes, dont la fréquence et l'intensité augmenteront probablement, augmenteront le risque d'inondation. La recrudescence de la fréquence et de la sévérité des inondations et des sécheresses aura des implications pour le développement durable. ** N [GTI RE4 RID; 3.4].
- Jusqu'à 20% de la population du monde vit dans des bassins fluviaux qui seront probablement affectés par un risque d'inondation accru dans les années 2080 par suite du réchauffement mondial. * N [3.4.3]
- La plupart des zones semi-arides (par exemple le bassin méditerranéen, l'ouest des Etats-Unis, l'Afrique australe et le sud-est du Brésil) souffriront d'une baisse des ressources en eau due aux changements climatiques. *** C [3.4, 3.7]
- Le nombre de personnes qui vivent dans des bassins fluviaux soumis à un stress hydrique augmentera, selon les projections, de 1,4 – 1,6 milliard en 1995 à 4.3-6,9 milliards en 2040 pour le scénario A2. ** N [3.5.1]
- L'élévation du niveau de la mer aboutira à une augmentation de la surface de salinisation des eaux de surface et des estuaires, et ainsi à une baisse de la quantité d'eau douce disponible pour les humains et les écosystèmes dans les zones côtières. *** C [3.2, 3.4.2]
- La reconstitution des ressources en eaux de surface baissera rapidement dans des régions déjà soumises à un stress hydrique ** N [3.4.2], là où la vulnérabilité est souvent exacerbée par une augmentation rapide de la population et de la demande en eau. *** C [3.5.1].
- Des températures de l'eau plus élevées, une intensité accrue dans des précipitations et de plus longues périodes d'étiage exacerbent de nombreuses formes de pollution des eaux, avec des impacts sur les écosystèmes, sur la santé humaine, sur la fiabilité des systèmes d'adduction d'eau et sur leurs coûts opérationnels. ** N [3.2., 3.4.4, 3.4.5]
- Les incertitudes ont été évaluées et leur interprétation améliorée et de nouvelles méthodes (par exemple, les méthodes basées sur les ensembles) sont en cours de développement pour les caractériser *** N [3.4, 3.5]. Néanmoins, les projections quantitatives des variations des précipitations, du débit des rivières et du niveau des eaux au niveau du bassin de rivières sont encore incertaines. *** D [3.3.1, 3.4]
- Les changements climatiques affectent le fonctionnement et le rôle de l'infrastructure d'adduction d'eau existante de même que les pratiques de gestion de l'eau *** C [3.6]. Des procédures d'adaptation et des pratiques de gestion des risques pour le secteur de l'eau sont en cours de développement dans certaines régions et certains pays qui ont reconnu l'incertitude des changements hydrologiques projetés. *** N [3.6]

¹ Dans le texte des encarts RT.5 et RT.6, les conventions ci-après ont été employées :

Lien avec le TRE	Confiance en les affirmations
C Confirmation	*** Confiance très haute
D Développement	** Confiance haute
R Révision	* Confiance moyenne
N Nouveauté	. Confiance basse

- Les effets négatifs du changement climatique sur les systèmes d'eau douce sont supérieurs aux avantages. ** D [3.4, 3.5]
- Les régions où l'on projette que le débit diminuera feront face à une baisse de la valeur des services fournis par leurs ressources en eau *** C [3.4, 3.5]. Les effets bénéfiques d'un débit annuel plus important dans d'autres zones seront contrebalancés par les effets négatifs d'une variabilité démographique plus importante et par un déplacement des variations de débit saisonnières qui aura un impact sur l'approvisionnement en eau, sur la qualité de l'eau et sur les dangers d'inondation. ** N [3.4, 3.5]

Les écosystèmes

- Les écosystèmes suivants ont été identifiés comme étant les plus vulnérables, et il est pratiquement certain qu'ils feront face aux impacts écologiques les plus sévères, y compris les extinctions d'espèces et les changements majeurs des biomes. Sur les continents : les écosystèmes de la toundra, des forêts boréales, de montagne et de type méditerranéen. Le long des côtes : les mangroves et les marais salants. Dans les océans : les récifs coralliens et les biomes des glaces de mer. *** D [4.4, v. aussi chapitres 1, 5, 6, 14, 15 ; GTI RE4 chapitres 10 et 11].
- Des impacts initialement positifs tels qu'une productivité primaire nette (PPN) en croissance, auront lieu dans les écosystèmes qu'on identifie comme étant les moins vulnérables : les savanes et les déserts pauvres en espèces animales et végétales. Cependant, ces effets positifs sont conditionnés à une fertilisation constante par le CO₂, et par la présence de perturbations de régime (par exemple les incendies de forêt) et d'événements extrêmes (par exemple les sécheresses) modérés * D [4.4.1, 4.4.2, B4.2, 4.4.3, 4.4.10, 4.4.11]
- Pour une augmentation de température moyenne mondiale inférieure ou égale à 2°C², on a projeté certaines augmentations de la productivité primaire nette sous les hautes latitudes (limité dans une large mesure par la migration effective des plantes ligneuses), cependant qu'un déclin de la PNN est probable sous les basses latitudes. ** D [4.4.1, 4.4.9, 4.4.10]
- La projection du stockage du carbone par l'expansion de la taïga en direction du pôle * D [4.4.5, F 4.3] sera, de façon aussi probable qu'improbable, contrebalancée par les changements d'albédo, les incendies de forêt, et le recul de la forêt à la limite équatoriale de la taïga ** N/D [4.4.5, F 4.3], et les émissions de méthane de la toundra * N [4.4.6]
- Le stockage par les forêts tropicales, malgré des gains de productivité observés récemment, dépendra très probablement des impacts des changements climatiques, en particulier dans les régions les plus sèches. ** D [4.4.5, 4.4.10, F 4.3].
- Les forêts amazoniennes, la taïga chinoise, et la plus grande part des toundras canadienne et sibérienne présenteront très probablement des changements importants si les températures moyennes mondiales augmentent de 3 °C ** D [T 4.2, 4.4.1, F 4.2, 4.4.10, F 4.4]. Alors que des expansions des forêts sont projetées pour l'Amérique du nord et l'Eurasie sous l'empire d'un réchauffement inférieur à 2°C [4.4.10, F 4.4, T 4.3], les forêts tropicales subiront probablement des impacts sévères, y compris des pertes de biodiversité. * D [4.4.10, 4.4.11, T 4.1]
- Pour une augmentation de température moyenne mondiale comprise entre 1,5 et 3°C, les zones à basse productivité situées dans les zones océaniques intertropicales vont s'étendre probablement d'environ 5% (vers le nord) et 10% (vers le sud), mais les biomes des glaces de mer polaires productifs vont très probablement subir une contraction d'environ 40% (hémisphère nord) et 20% (hémisphère sud). ** N [4.4.9]
- Tandis que les biomes des glaces de mer diminuent, les espèces dépendantes des pôles, y compris des prédateurs comme les pingouins, les phoques et les ours blancs, subiront très probablement une dégradation et une déperdition de leur habitat. *** D [4.4.6]

² Les seuils / sensibilités de la section sur les Ecosystèmes (seulement) sont indiqués en relation avec le climat préindustriel et constituent une valeur de référence indirecte pour les changements climatiques, y compris les variations de précipitations. Dans les autres sections, les variations de température sont indiquées en base 1990, comme indiqué dans le premier paragraphe de la section RT.4.

- La déperdition de coraux due au blanchissement aura très certainement lieu au cours des 50 années à venir *** C [RE4.5, 4.4.9], en particulier au sein de la Grande Barrière, où le changement climatique et des impacts anthropiques directs comme la pollution et la collecte d'espèces aboutiront, d'après ce à quoi on s'attend, à un blanchissement annuel (entre 2030 et 2050) aboutissant à une mortalité de masse. ** D [RE4.4, 4.4.9].
- La remise en circulation accélérée de carbone issu de stocks vulnérables, particulièrement les tourbières, les loess de toundra gelée (yedoma), les sols soumis au pergélisol, et les sols des forêts boréales et tropicales est pratiquement certaine. *** D/N [F4.1, 4.4.1, 4.4.6, 4.4.8, 4.4.10, 4.4.11]
- Il est probable que les incendies de forêt connaîtront une intensification et une expansion au niveau mondial tandis que les températures s'élèveront et que les épisodes de sécheresse se feront plus fréquents et plus persistants. ** D/N [4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5]
- Il est probable qu'une variabilité accrue dans les chutes de pluie compromettra la survie des espèces des zones humides continentales et côtières en raison d'une modification du moment, de la durée et de l'importance des hautes eaux. ** D [4.4.8]
- Le pH de surface des océans continuera très probablement à baisser, jusqu'à 0,5 unités de pH aux environs de 2100, au fur et à mesure des augmentations de concentration du CO₂ atmosphérique selon le scénario A1FI. Cela aboutira très probablement à la mise à mal de la formation de tests ou d'exosquelettes par les organismes marins qui utilisent le carbonate de calcium (par exemple les coraux, les crabes, les calmars, les escargots marins, les clams et les huîtres). ** N [4.4.9, E 4.5]

Produits alimentaires, forestiers et fibreux

- Dans les régions de latitude moyenne à élevée, un réchauffement modéré aura un impact positif sur les rendements des cultures céréalières et pastorales, mais même un très léger réchauffement a un impact négatif sur les rendements des régions tropicales et à saison sèche.* Un réchauffement plus important aurait un impact négatif de plus en plus fort dans toutes les régions [F 5.2]. Des adaptations de court terme peuvent permettre un évitement portant sur 10 à 15% de réduction de productivité. */• D [F5.2, 5.4]
- Les changements climatiques augmenteront marginalement le nombre de personnes sujettes à un risque de famine, en tenant compte des réductions importantes dues au développement socio-économique ** D [5.6.5, T5.6]
- Des changements dans la fréquence et l'intensité des événements climatiques extrêmes, de même que la survenue d'incendies, de nuisibles et de maladies infectieuses auront des conséquences significatives sur la production alimentaire et forestière de même que sur l'insécurité alimentaire, en concours avec les impacts du climat moyen projeté ** D [5.4.1 to 5.4.5]
- Les petits paysans et les fermiers pratiquant une agriculture de subsistance, les populations pastorales et les pêcheurs artisanaux souffriront probablement d'impacts complexes et localisés du changement climatique ** N [5.4.7].
- La production mondiale de produits alimentaires augmentera probablement avec les températures moyennes mondiales si celles-ci montent de 3C ou moins, mais au-delà de cette limite, la production baissera très probablement. . * D [5.6]
- Globalement, on estime que la production forestière ne changera que modestement en fonction des changements climatiques dans le court et le moyen termes. La hausse de productivité se déplacera des basses latitudes dans le court terme vers les hautes latitudes dans le long terme. * D [5.4.5]
- On s'attend à ce que les extinctions locales d'espèces de poissons particulières aient lieu à la limite des zones de répartition (confiance élevée). ** N [5.4.6]
- On s'attend à ce que le commerce de biens alimentaires et forestiers s'intensifie en réponse au changement climatique, avec une dépendance à l'importation de biens alimentaires accrue pour la plupart des pays en voie de développement. */• N [5.6.1, 5.6.2, 5.4.5]
- La recherche expérimentale sur la réponse des cultures à des taux de CO₂ croissants confirme les données du TRE (confiance moyenne à élevée). De nouveaux résultats laissent à penser que les forêts

montreront des réponses moins importantes. * D [5.4.1]

Systèmes côtiers et régions de faible altitude

- L'impact des changements climatiques sur les côtes est exacerbé par la recrudescence des pressions induites par les êtres humains sur les zones côtières. *** D [6.3, 6.4]
- Il est très probable que les coraux souffriront un déclin de première importance en raison de l'intensification du blanchissement des récifs de corail et une mortalité en augmentation due à l'élévation des températures de l'eau de mer. Les marais salants et les mangroves seront affectés négativement par l'élévation du niveau de la mer. *** D [6.4]
- Tous les écosystèmes côtiers sont vulnérables aux changements climatiques et à l'élévation du niveau de la mer, particulièrement les coraux, les marais salants et les mangroves. *** D [6.4.1]
- Les coraux sont vulnérables au stress thermique et il est très probable que les augmentations projetées de la température de la surface de la mer (TSM) d'environ 1° à 3°C au cours du XXI^e siècle aboutira à des épisodes de blanchissement plus fréquents et à une mortalité largement répandue, à moins qu'une adaptation thermique ou une acclimatation des coraux ait lieu. *** D [B6.1, 6.4.1]
- Les zones humides côtières, y compris les marais salants et les mangroves, sont sensibles à l'élévation du niveau de la mer, avec des prévisions de pertes globales de 33% à la suite d'une montée du niveau de la mer de 36 cm entre 2000 et 2080. Les pertes les plus importantes auront probablement lieu sur le littoral atlantique et celui du golfe du Mexique, qui bordent les côtes américaines, et dans les régions méditerranéenne, baltique et des petites îles. *** D [6.4.1]
- L'acidification des océans est un problème émergent qui comporte des impacts potentiels majeurs dans les zones côtières, mais on dispose d'une compréhension très limitée des détails de ce phénomène. Il s'agit d'un thème de recherche qui a un urgent besoin de financement, en particulier de programmes d'observations et de mesures. ** D [6.2.3, 6.2.5, 6.4.1]
- Les inondations côtières dans les zones de basse altitude sont un risque qui deviendra probablement plus important qu'à présent en raison de l'élévation du niveau de la mer et de tempêtes côtières plus intenses, à moins qu'une adaptation significative n'ait lieu [RE 6.2, 6.4.2]. Les impacts sont sensibles à l'élévation du niveau de la mer, au futur socio-économique, et au degré d'adaptation. Sans adaptation, plus de 100 millions de personnes pourraient être victimes d'inondations côtières chaque année dans les années 2080 en raison de l'élévation du niveau de la mer seule, le monde décrit par le scénario A2 étant celui qui présenterait les impacts les plus importants. *** N [F6.2]
- Les analyses coûts-avantages des réponses laissent à penser qu'il est probable que les impacts potentiels soient réduits par une adaptation largement répandue. Cela laisse aussi à penser qu'il est probable que les coûts des impacts et de la protection reposeront sur les épaules des pays en voie de développement de façon disproportionnée. ** C [F6.4, 6.5.3]
- Des vulnérabilités humaines-clés au changement climatique et à l'élévation du niveau de la mer existent lorsque les pressions sur les systèmes côtiers de basse altitude coïncident avec une faible capacité d'adaptation humaine et / ou une exposition importante et comprennent : ** D [6.4.2, 6.4.3]
 - o Des deltas, en particulier les méga-deltas asiatiques (par exemple celui du Gange – Brahmapoutre au Bangladesh et au Bengale occidental) ;
 - o Des zones urbaines de basse altitude, en particulier les zones qui se trouvent naturellement ou par l'action humaine en état d'affaissement, et sur les couloirs des tempêtes tropicales (par exemple la Nouvelle-Orléans, Shanghai) ;
 - o Les petites îles, en particulier les atolls de très faible altitude (par exemple les Maldives).
- À l'échelle régionale, la plus grande augmentation de vulnérabilité aura très probablement lieu en Asie du sud, du sud-est et de l'est, dans les zones côtières urbanisées tout autour de l'Afrique et les régions composées de petites îles. Le nombre de personnes impliquées sera le plus important dans les méga-deltas asiatiques, mais les petites îles sont face à la plus forte recrudescence relative de risques. ** D [6.4.2]

- L'élévation du niveau de la mer présente une inertie substantielle en comparaison avec d'autres facteurs de changement climatique, et il est pratiquement certain qu'elle se poursuivra au-delà de 2100 pour de nombreux siècles. La stabilisation du climat pourrait réduire, mais non arrêter, l'élévation du niveau de la mer. De ce fait, il y a une nécessité d'adaptation dans les zones côtières qui pose des questions relatives à la planification spatiale à long terme et le besoin de protection mis en face du retrait planifié. *** D [B6.6]

Industrie, établissements humains et société

- Les bénéfices et les coûts des changements climatiques pour l'industrie, les établissements humains et les sociétés varieront considérablement en fonction du lieu et de l'échelle. Certains des effets dans les régions tempérées et polaires seront positifs et d'autres, ailleurs, seront négatifs. Dans le bilan global, cependant, les effets nets seront plus probablement et nettement négatifs si le réchauffement est plus important ou plus rapide. ** N [7.4, 7.6, 15.3, 15.5]
- Les vulnérabilités de l'industrie, des infrastructures, des établissements humains et des sociétés aux changements climatiques sont généralement plus importantes dans certains lieux à haut risques, particulièrement les zones côtières et situées au bord des cours d'eau, dans les régions qui ont tendance à subir des phénomènes climatiques extrêmes, et dans les régions dont l'économie est étroitement liée à des ressources sensibles au climat, telles que les industries agricole et forestière, les activités gourmandes en eau et le tourisme ; ces vulnérabilités ont tendance à être localisées mais sont généralement importantes et en croissance. Par exemple, l'urbanisation rapide observée dans de nombreux pays à revenus bas ou moyen, souvent dans des zones comparativement à haut risque, implique que dans ces pays, une proportion grandissante de la population et de l'économie est dans une situation risquée. ** D [7.1, 7.4, 7.5]
- Lorsque des phénomènes météorologiques extrêmes deviendront plus intenses et/ou plus fréquents avec les changements climatiques, les coûts économiques de ces événements augmenteront, et cette augmentation sera probablement substantielle dans les régions qui seront le plus directement affectées. L'expérience démontre que les coûts des phénomènes majeurs peut aller de plusieurs points du PNB et du revenu annuel régional dans des régions très développées économiquement à plus de 25% dans de plus petites régions affectées par ces épisodes. ** N [7.5]
- Certaines communautés et ménages pauvres subissent déjà les pressions de la variabilité climatique et des événements climatiques extrêmes ; et ils peuvent être particulièrement vulnérables aux changements climatiques parce qu'ils ont tendance à se concentrer dans des régions qui comportent des risques relatifs élevés, à avoir un accès limité aux services et aux autres ressources nécessaires à faire face, et, dans certaines régions, à être plus dépendants des ressources dépendant du climat comme l'approvisionnement local en eau et en nourriture. ** N [7.2, 7.4.5, 7.4.6]
- Des coûts économiques croissants découlant des événements météorologiques extrêmes contribuent d'ores et déjà à renforcer la nécessité d'une gestion des risques économique et financière plus efficace. Dans les régions et les sites où le risque augmente et où l'assurance privée est une option d'adaptation majeure, des indicateurs de prix peuvent donner des signaux d'incitation à l'adaptation ; mais la couverture d'assurance peut aussi être résiliée, donnant un rôle accru aux autres acteurs, gouvernements compris. Dans les régions où les assurances privées ne sont pas facilement accessibles, d'autres mécanismes de gestion du risque seront nécessaires. Dans toutes les situations, les groupes de la population les plus pauvres auront besoin d'aide spécifique dans le cadre de la gestion du risque et de l'adaptation. ** D [7.4.2]
- Dans de nombreuses zones, le changement climatique rendra les problèmes liés à l'équité sociale plus aigus et aboutira à des pressions accrues sur les infrastructures et les dispositifs institutionnels gouvernementaux. ** N [7.ES, 7.4.5, 7.6.5]
- Des infrastructures physiques robustes et fiables sont d'une importance particulière pour la gestion des risques liés aux changements climatiques. Des infrastructures comme les infrastructures d'adduction d'eau en zone urbaine sont particulièrement vulnérables, surtout dans les régions côtières, à l'élévation du niveau de la mer et à la diminution des précipitations à l'échelle régionale ; et les importantes concentrations de population dépourvues d'infrastructures sont les plus vulnérables aux impacts du changement climatique. ** N [7.4.3 to 7.4.5]

Santé publique

- Les risques relatifs projetés attribuables au changement climatique en 2030 montrent une augmentation de la malnutrition dans certains pays asiatiques ** N [8.4.1]. Plus avant dans le siècle, les tendances attendues dans le réchauffement feront baisser, selon les projections, les rendements agricoles dans les régions tropicales et à saison sèche [5.4]. Cela augmentera la famine, la malnutrition et les troubles qui en découlent, y compris dans la croissance et le développement des enfants, en particulier dans les régions qui sont déjà les plus vulnérables à l'insécurité alimentaire, notamment l'Afrique. ** N [8.4.2]
- Vers 2030, les inondations côtières aboutiront selon les projections à une augmentation massive de la mortalité ; cependant, ceci s'applique à un fardeau de morbidité relativement faible, ce qui fait que l'impact total n'est pas élevé. En tout, la population à risque d'inondation sera multipliée par deux à trois d'ici 2080. ** N [8.4.1]
- Les estimations de l'augmentation du nombre de personnes courant le risque de mourir de la chaleur diffèrent entre les pays, les sites, la pyramide des âges et les mesures d'adaptation mises en place. Globalement, on estime que des augmentations significatives auront lieu au cours de ce siècle. ** D [T8.3]
- Des projections mêlées font état, pour ce qui est de la malaria, d'une augmentation globale de la population à risque comprise entre 220 (A1 FI) à 400 millions (A2). En Afrique, les estimations diffèrent et font état d'un recul de la transmission en Afrique du sud-est en 2020, autour du Sahel et dans l'Afrique méridionale centrale en 2080, avec des recrudescences localisées dans les hauts plateaux, et d'une augmentation de 16 à 28% d'exposition (mesurées en personne/mois) en 2100 pour tous les scénarios. Pour le Royaume-Uni, l'Australie, l'Inde et le Portugal, on estime que le risque augmente. *** D [T8.2]
- Au Canada, on estime que l'aire de répartition du vecteur de la maladie de Lyme s'étendra d'environ 1000 km vers le nord vers les années 2080 (A2) et que l'abondance des tiques se multipliera par deux à quatre, toujours vers les années 2080. En Europe, les projections de prévalence de l'encéphalite transmise par les tiques montrent une continuation de la pénétration vers le nord-est de l'aire de répartition actuelle, mais une contraction en Europe centrale et orientale vers les années 2050. * N [T8.2]
- Vers 2030, le fardeau des maladies diarrhéiques dans les régions à faible revenu devrait augmenter, selon les estimations de 2 à 5%. ** N [8.4.1] On estime entre 5 et 18% l'augmentation annuelle subie par les communautés autochtones en Australie. ** N [T 8.2] On a estimé qu'une hausse de température de 1 à 3°C aurait pour conséquence la recrudescence des cas d'empoisonnement alimentaire au Royaume-Uni * N [T8.2]
- Dans l'est de l'Amérique du Nord, sous le scénario climatique A2, on estime l'augmentation des décès dus à l'ozone de basse altitude à 4,5%. Une hausse de 68% dans le nombre moyen de jours d'été pendant lesquels les normes auront été dépassées sur la base légale des huit heures aboutira, selon les projections, à une augmentation de la mortalité naturelle de 0,1 à 0,3% et une augmentation moyenne de 0,3% dans la mortalité d'origine cardiovasculaire. Au Royaume-Uni, une baisse importante des jours qui comportent un taux élevé en particules ou en SO₂ et une baisse légère de la concentration des autres polluants est estimée pour la période comprise entre 2050 et 2080, mais la concentration en ozone aura augmenté ** N [T8.4]. Les retombées sanitaires positives à court terme de réduction des concentrations de polluants (comme pour l'ozone et les particules), conséquence de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, peuvent être substantielles. ** D [8.7.1, GTIII RE4]
- On estime que vers 2085, le risque de dengue issu du changement climatique augmentera et touchera 3,5 milliards de personnes. * N [8.4.1.2]
- La diminution du nombre de décès dus au froid sera, selon les projections, plus importante que l'augmentation des décès dus à la chaleur, au Royaume-Uni. ** D [T8.3]

nombreuses personnes souffriront probablement de pertes supplémentaires affectant leur façon de vivre lorsque les changements et la variabilité climatiques concourront avec d'autres pressions (les guerres par exemple) [9.2.2, 9.6.1].

Il est probable que le changement et la variabilité climatiques aboutiront à la perte d'espèces animales et végétales, à des extinctions et aussi à la limitation des « espaces climatiques » et à la répartition de nombreuses plantes et animaux (confiance élevée). Les changements dans toute une série d'écosystèmes sont déjà détectables, en particulier dans les écosystèmes d'Afrique australe, à un rythme plus soutenu que ce qui avait été anticipé compte tenu d'une série de facteurs, y compris l'influence

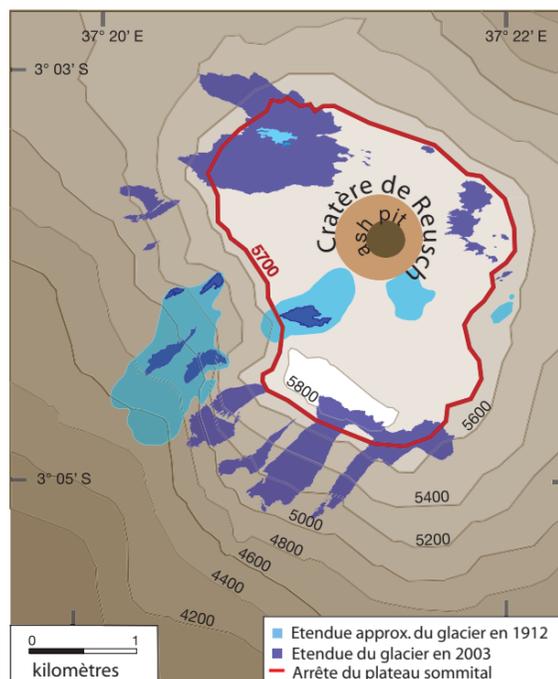


Table TS.4. Changements de la calotte glaciaire et de la couverture neigeuse du Kilimandjaro au cours du temps. Recul de la surface de ses glaciers entre 1912 et 2003. [F 9.2]

du climat, par exemple dans les écosystèmes de montagne. [9.4.5, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.8].

Dans des environnements non gérés, on s'attend à des impacts et des rétroactions multiples et en interaction les uns avec les autres, déclenchés par les changements climatiques, mais exacerbés par des facteurs non climatiques (confiance élevée). Les impacts sur le Kilimandjaro, par exemple, montrent que les glaciers et les couvertures neigeuses sont en recul par suite d'un certain nombre de facteurs en interaction (p. ex. le rayonnement solaire, les changements dans la végétation et dans les interactions humaines) avec une diminution de la surface des glaciers d'environ 80% entre 1912 et 2003 (v. fig. RT.

10). La perte des forêts de nuages par exemple à la suite d'incendies de forêt, a abouti à une baisse de 25% dans les sources d'eau potable issues du brouillard depuis 1976 (ce qui correspond à l'approvisionnement en eau potable d'un million de personnes vivant dans les environs du Kilimandjaro) [9.4.5].

Le manque d'accès à de l'eau saine, provenant de facteurs multiples, est une vulnérabilité-clé dans de nombreuses régions d'Afrique. Il est probable que cette situation soit encore exacerbée par le changement climatique (confiance très élevée).

Vers 2020, certaines estimations projettent qu'une population comprise, selon les estimations, entre 75 et 250 millions de personnes sera exposée à un stress hydrique accru en raison du changement climatique. Si cette situation se combine à une demande en augmentation, elle aura des impacts dommageables sur le mode de vie et exacerbera les problèmes liés à l'eau. Certaines estimations, par exemple, démontrent un stress hydrique accru et une possible recrudescence du risque de sécheresse dans certaines zones septentrionales et australes de l'Afrique et des augmentations de débit de l'écoulement de surface en Afrique orientale. L'accès à l'eau, cependant, n'est pas menacé que par le changement climatique [9.4.1] mais aussi par une gestion complexe des bassins fluviaux (plusieurs des cours d'eau les plus importants de l'Afrique traversant plusieurs pays) et par la dégradation des ressources en eau par le pompage et par la pollution des sources [9.4.1].

Il est encore problématique d'attribuer les modifications du risque de malaria aux changements climatiques (confiance élevée).

La santé humaine, déjà mise en danger par une série de facteurs, pourrait être encore impactée négativement par le changement et la variabilité climatiques (par exemple en Afrique australe et dans les hauts plateaux de l'Afrique orientale). Le débat sur l'attribution du changement climatique et la malaria se poursuit et il s'agit d'un domaine pour lequel il est nécessaire que des recherches complémentaires soient effectuées. [9.4.3, 8.2.8, 8.4.1].

L'Afrique est l'un des continents les plus vulnérables à la variabilité climatique et au changement climatique en raison de pressions multiples et d'une capacité d'adaptation réduite. L'extrême pauvreté de nombreux Africains, des catastrophes naturelles fréquentes telles que des sécheresses ou des inondations, et une agriculture nettement dépendante des chutes de pluie sont autant de facteurs qui contribuent à cet état de fait. Des cas de résilience remarquable face à de multiples facteurs de stress ont néanmoins été mis

en évidence (confiance élevée).

L'Afrique possède de nombreux exemples relatifs aux stratégies permettant de faire face ou de s'adapter, stratégies utilisées pour gérer une série de pressions qui comprennent les extrêmes climatiques (p. ex. les sécheresses et les inondations). Si l'on postule l'augmentation de ces pressions, cependant, il est probable que ces stratégies ne suffiront pas à s'adapter à la variabilité et au changement climatique, compte tenu des problèmes posés par la pauvreté endémique, une architecture institutionnelle approximative, un accès aux données et à l'information limité, et des fardeaux sanitaires croissants [9.2.1, 9.2.2., 9.2.5].

Asie

Les observations mettent en évidence que le changement climatique a affecté de nombreux secteurs en Asie dans les décennies écoulées (confiance moyenne).

La preuve des impacts du changement climatique, de la variabilité climatique et des événements climatiques extrêmes en Asie, comme ils avaient été prévus dans le troisième Rapport d'évaluation, ont vu le jour. Le rendement agricole de la plupart des pays d'Asie est en déclin, selon les observations, et cela est probablement dû en partie à la hausse des températures. Le recul des glaciers et la débâcle du pergélisol en Asie boréale, conséquences probables du réchauffement, sont sans précédent dans les années récemment écoulées. La fréquence de l'apparition de maladies provoquées par le climat et par le stress thermique en Asie centrale, en Asie orientale, en Asie du sud et du sud-est a augmenté avec l'augmentation des températures et la variabilité des chutes de pluie. Les changements observés dans les écosystèmes terrestres et marins se sont approfondis [10.2.3].

On s'attend à ce que les changements climatiques à venir affectent l'agriculture sous forme d'un déclin de la production et d'un rétrécissement de la surface des terres arables et de l'approvisionnement en nourriture pour les poissons (confiance moyenne).

Le réchauffement de surface projeté et le déplacement des périodes pluvieuses dans la plupart des pays asiatiques induiront un déclin substantiel de la productivité de l'agriculture vivrière, en conséquence du stress thermique et de sécheresses et d'inondations plus marquées. [10.4.1]. Le déclin de la productivité agricole sera plus prononcé dans les zones qui souffrent déjà d'un manque croissant de terres arables, et fera augmenter le risque de famine en Asie, particulièrement dans les pays en voie de développement

[10.4.1]. Les fermiers qui pratiquent une agriculture de subsistance sont en danger en raison du changement climatique. Des cultures marginales tels le sorgho et le millet pourraient être celles qui courent le plus grand danger, tant par suite d'une chute de productivité qu'en

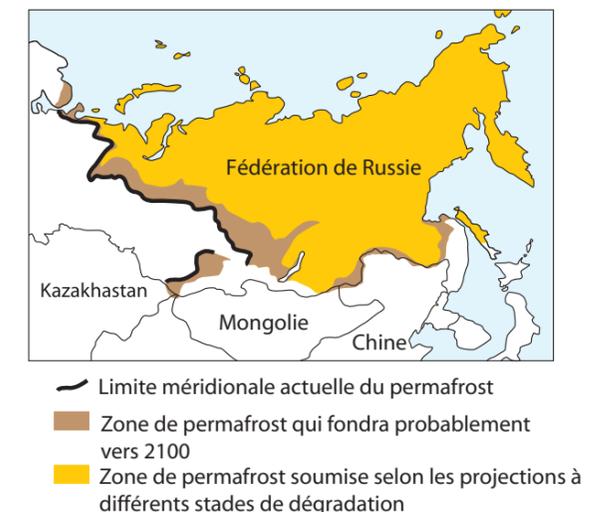


Figure RT.11. Changements futurs projetés dans les limites de la zone de pergélisol nord-asiatique, selon le scénario RSSE A2 en 2100. [F10.5]

raison d'une perte de diversité génétique des semences [10.4.1]. En réponse au changement climatique, on s'attend à ce que des modifications dans les sites de reproduction des poissons se produisent, dans l'approvisionnement en nourriture pour les poissons et pour finir dans l'abondance des populations de poissons. [10.4.1]

Le changement climatique a le pouvoir d'exacerber les pressions liées aux ressources en eau dans la plupart des régions d'Asie (confiance élevée).

La menace potentielle la plus importante parmi celles qui sont issues du changement climatique en Asie est le manque d'eau. L'accès à l'eau douce en Asie centrale, du sud, de l'est et du sud-est, particulièrement dans les grands bassins fluviaux, se réduira selon les projections en raison des changements climatiques qui, de même que la croissance démographique et de la hausse de la demande issue de la hausse du niveau de vie, pourrait avoir un impact dommageable sur plus d'un milliard d'êtres humains dans les années 2050 [10.4.2]. Des changements dans la saisonnalité et dans le débit des écoulements de surface en raison de la fonte rapide des glaciers et, dans certaines régions, de l'augmentation des précipitations

hivernales pourraient avoir des effets significatifs sur la production d'énergie hydroélectrique et sur la production de biens issus de l'agriculture et de l'élevage [10.4.2].

On s'attend à ce que les hausses de températures aient pour conséquence un recul plus rapide des glaciers himalayens et la poursuite de la débâcle du pergélisol dans toute l'Asie du nord (confiance moyenne).

Si le rythme de réchauffement se maintient, les glaciers de l'Himalaya pourraient reculer à un rythme très rapide (fig. RT.11). Une fonte accélérée des glaciers aboutirait à un débit plus important dans certains systèmes fluviaux au cours des deux ou trois décennies à venir, aboutissant à des inondations en recrudescence, à des chutes de rochers issus de pentes déstabilisées, et au tarissement de certaines ressources en eau. Cette situation sera suivie par un étiage au fur et à mesure que les glaciers reculeront [10.6.2]. La dégradation du pergélisol peut aboutir à un enfouissement des sols, à la modification des caractéristiques de drainage et de la stabilité infrastructurelle des sols, et peut entraîner des émissions de méthane accrues [10.4.4].

On s'attend à ce que les écosystèmes marins et côtiers en Asie soient affectés par l'élévation des eaux de la mer et par l'augmentation de la température (confiance élevée).

L'élévation projetée du niveau de la mer pourrait aboutir à augmenter de plusieurs millions le nombre de personnes subissant chaque année une inondation [10.4.3.1]. L'intrusion de l'eau de mer pourrait étendre la zone d'activité des pêcheries en eau saumâtre mais pourrait aussi infliger des dégâts significatifs à l'industrie de l'aquaculture [10.4.1]. Au total, on s'attend à ce que l'élévation du niveau de la mer exacerbe la productivité du poisson qui est déjà en déclin en Asie [10.4.1]. Les pêcheries marines arctiques subiraient une influence importante en cas de changement climatique, certaines espèces tels la morue ou le hareng tirant profit de hausses de température (au moins de modestes hausses) et d'autres, telle la crevette du nord, souffrant de productivité déclinante [10.4.1].

On s'attend à ce que le changement climatique exacerbe les menaces pesant sur la biodiversité suite aux changements d'affectation / de couverture des sols et de la pression démographique dans la plupart des régions d'Asie (confiance élevée).

Un risque d'extinction accru existe pour de nombreuses espèces animales et végétales en Asie, probablement par suite des effets en synergie du changement climatique et

de la fragmentation de l'habitat [10.4.4]. Les menaces pesant sur la stabilité écologique des zones humides, des mangroves et des récifs coralliens à travers l'Asie augmenteraient aussi [10.4.3, 10.6.1]. On s'attend à ce que la fréquence et l'étendue des incendies de forêt en Asie du nord augmentent à l'avenir en raison des changements climatiques et des événements climatiques extrêmes qui limiteront probablement l'expansion des forêts [10.4.4].

Les changements climatiques à venir continueront à avoir un impact dommageable sur la santé humaine en Asie (confiance haute)

On s'attend à une recrudescence de la morbidité et de la mortalité endémiques dues aux maladies diarrhéiques, associées en premier lieu avec les inondations et les sécheresses, dans l'Asie de l'est, du sud et du sud-est, en raison des changements projetés du cycle hydrologique associés avec le réchauffement mondial [10.4.5]. Des augmentations de la température des eaux côtières exacerberaient la prévalence et/ou la virulence du choléra en Asie du sud [10.4.5]. Les habitats naturels de maladies se répandant dans l'eau ou par vecteurs seraient en train de s'étendre selon certaines études [10.4.5].

De multiples tensions, en Asie, continueront à se conjuguer à l'avenir en raison des changements climatiques (confiance haute).

L'exploitation des ressources naturelles, associée à une urbanisation, une industrialisation et un développement économique rapides dans la plupart des pays d'Asie en voie de développement a abouti à une pollution de l'air et des eaux en recrudescence, à l'érosion des sols, et à d'autres problèmes environnementaux qui ont mis une pression énorme sur les infrastructures urbaines, le bien-être humain, l'intégrité culturelle, et les données socio-économiques. Il est probable que le changement climatique intensifiera ces pressions environnementales et portera atteinte au développement durable dans de nombreux pays en voie de développement d'Asie, particulièrement dans le Sud et dans l'Est [10.5.6].

Australie et Nouvelle-Zélande

La région est d'ores et déjà soumise aux premiers impacts des changements climatiques en cours, et l'adaptation a commencé dans certains secteurs et certaines régions (confiance haute).

Depuis 1950, on a observé un réchauffement de 0,3 à 0,7°C dans la région, les vagues de chaleur se faisant plus fréquentes, les gelées plus rares, la pluie plus importante en Australie du nord-ouest et en Nouvelle-Zélande du sud-

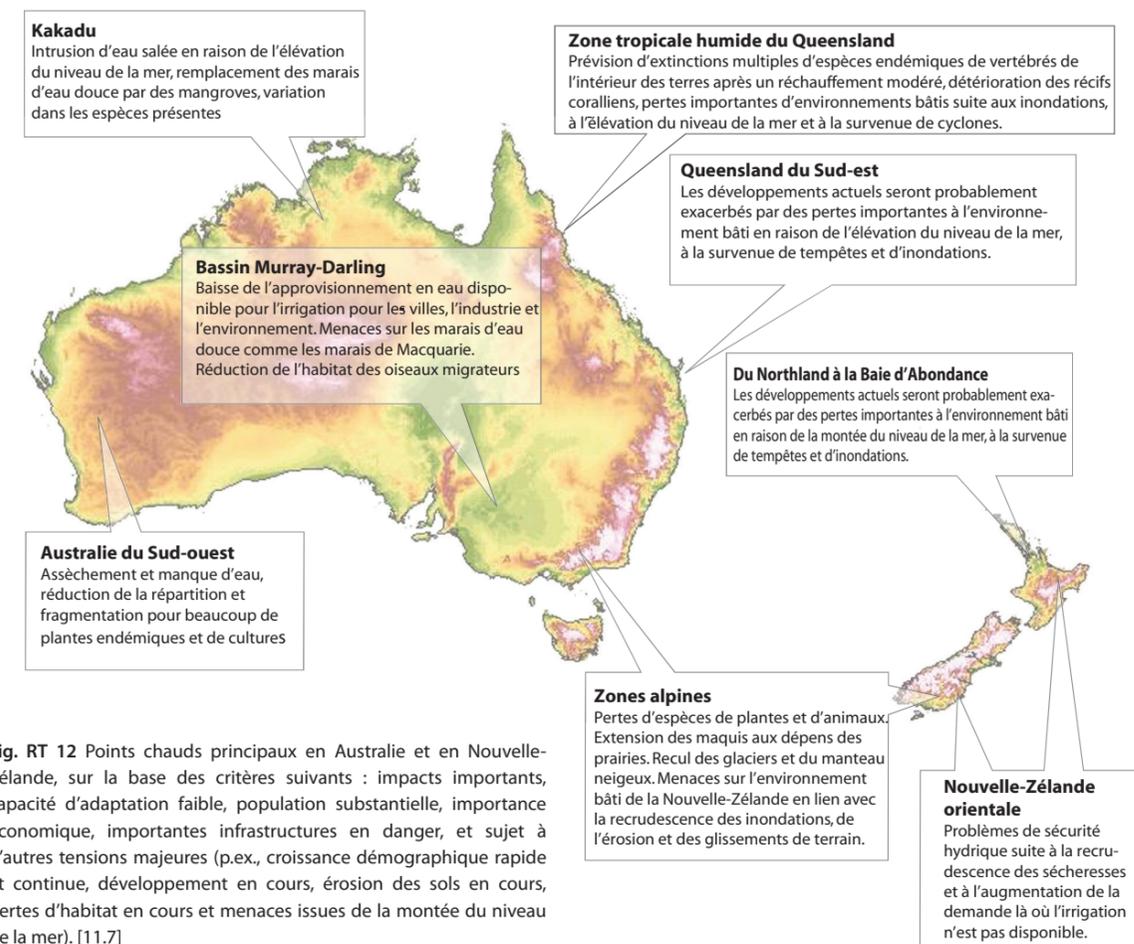


Fig. RT 12 Points chauds principaux en Australie et en Nouvelle-Zélande, sur la base des critères suivants : impacts importants, capacité d'adaptation faible, population substantielle, importance économique, importantes infrastructures en danger, et sujet à d'autres tensions majeures (p.ex., croissance démographique rapide et continue, développement en cours, érosion des sols en cours, pertes d'habitat en cours et menaces issues de la montée du niveau de la mer). [11.7]

ouest, la pluie moins abondante en Australie du sud et de l'est et en Nouvelle-Zélande du nord, une augmentation de l'intensité des sécheresses australiennes, et une montée du niveau de la mer de 70 mm [11.2.1]. Les impacts sont aujourd'hui évidents sur l'approvisionnement en eau et l'agriculture, les changements dans les écosystèmes naturels, la réduction de la couverture neigeuse saisonnière et le recul des glaciers [11.2.2, 11.2.3]. Une certaine adaptation a déjà eu lieu dans des secteurs comme l'eau, l'agriculture, l'horticulture et les zones côtières [11.2.5].

Il est pratiquement certain que le climat du 21e siècle sera plus chaud, avec des modifications dans les événements extrêmes (confiance moyenne à haute).

Les vagues de chaleur et les incendies augmenteront de façon pratiquement certaine en intensité et en fréquence (confiance haute) [11.3]. Les inondations, les glissements de terrain, les sécheresses et la survenue de tempêtes deviendront très probablement plus fréquents et plus intenses, et la neige et le gel deviendront probablement

moins fréquents (confiance haute) [11.3.1]. De grandes zones de l'Australie continentale et de la Nouvelle-Zélande orientale montreront probablement moins d'humidité du sol, bien qu'il soit probable que la pluviométrie de la Nouvelle-Zélande occidentale augmente (confiance moyenne) [11.3].

En l'absence d'une poursuite de l'adaptation, les impacts potentiels des changements climatiques seront probablement substantiels (confiance haute).

- Par suite de la baisse des précipitations et de l'augmentation de l'évaporation, les problèmes de sécurité hydriques s'intensifieront probablement vers 2030 en Australie du sud et de l'est et, en Nouvelle-Zélande, dans l'Île du Nord et dans certaines régions orientales [11.4.1].

- Selon les projections, des pertes de biodiversité importantes se produiront vers 2020, dans certains sites écologiquement riches, y compris la Grande

- Barrière et la zone tropicale humide du Queensland. Parmi les autres sites en danger, il faut citer l'Australie du Sud-ouest, les zones humides de Kakadu, les îles subantarctiques et les zones alpines des deux pays. [11.4.2]
- La poursuite du développement côtier et de la croissance démographique dans des zones comme le Cairns et le sud-ouest du Queensland (Australie) et l'Île du Nord jusqu'à la Baie de Plenty (Nouvelle-Zélande) aboutiront, selon les projections, à l'exacerbation des risques liés à la hausse du niveau de la mer et à une recrudescence de la violence et de la fréquence des tempêtes et des inondations côtières vers 2050 [11.4.5, 11.4.7].
 - Il est probable que les risques encourus par les grandes infrastructures s'intensifieront. Les normes de conception pour résister aux événements extrêmes seront très probablement dépassées de plus en plus fréquemment vers 2030. Les risques comprennent la rupture de digues et des systèmes de drainage urbains, l'augmentation des dégâts dus aux incendies et aux tempêtes, et davantage de vagues de chaleur aboutissant à plus de décès et à plus de pannes majeures. [11.4.1, 11.4.5, 11.4.10, 11.4.11].
 - Selon les projections, la production agricole et forestière déclinera vers 2030 dans la plus grande partie de l'Australie du sud et de l'est, dans certaines parties de la Nouvelle-Zélande, en raison des sécheresses et des incendies en recrudescence. Toutefois, en Nouvelle-Zélande, des retombées positives sont projetées dans les régions de l'ouest et du sud et à proximité des principaux cours d'eau en raison de l'allongement de la saison de croissance, de la baisse de la prévalence du gel et de l'augmentation de la pluviométrie. [11.4.3, 11.4.4].
- Il est probable que la vulnérabilité augmentera dans de nombreux secteurs, mais cela dépendra de la capacité adaptative.**
- La plupart des systèmes humains peuvent compter sur une capacité adaptative considérable. La région dispose d'économies bien développées, d'un large éventail de capacités scientifiques et techniques, de stratégies d'atténuation des catastrophes, et de mesures de biosécurité. Cependant, il est probable que des coûts et des contraintes institutionnelles considérables seront sur le chemin de la mise en place des options d'adaptation (confiance haute) [11.5]. Certaines communautés indigènes ont une faible capacité

adaptative (confiance moyenne) [11.4.8]. La sécurité hydrique et les communautés côtières sont les plus vulnérables (confiance haute) [11.7].

- Les systèmes naturels ont une capacité d'adaptation limitée. Les rythmes projetés de changement climatique dépasseront très probablement le rythme d'adaptation évolutive de nombreuses espèces (confiance haute) [11.5]. Les pertes de l'habitat et la fragmentation de ce dernier limiteront très probablement les migrations d'espèces qui pourraient permettre une adaptation au déplacement des zones climatiques (confiance haute) [11.2.5, 11.5].
- Il est probable que la vulnérabilité augmentera par suite de l'augmentation des événements extrêmes. Les dommages économiques dus à la météo extrême augmenteront très probablement et représenteront un défi majeur pour l'adaptation (confiance haute) [11.5].
- La vulnérabilité sera probablement haute vers 2050 pour certains points chauds qui ont été identifiés (v. fig. RT 12). En Australie, ces points chauds comprennent la Grande Barrière, l'est du Queensland, le sud-ouest, le bassin Murray-Darling, les Alpes et Kakadu ; en Nouvelle-Zélande, ils comprennent la Baie de Plenty, l'Île du Nord, les régions orientales et les Alpes du Sud (confiance moyenne) [11.7].

Europe

Pour la première fois, les impacts à grande échelle dans le climat actuel ont été documentés en Europe (confiance très haute).

La tendance au réchauffement et les variations de pluviométrie variables suivant les régions ont affecté la composition et le fonctionnement de la cryosphère (recul des glaciers et zones soumises à pergélisol) de même que les écosystèmes naturels et gérés (allongement de la saison de croissance, déplacement des espèces et santé publique suite à une vague de chaleur d'une ampleur sans précédent) [12.2.1]. La vague de chaleur de 2003 en Europe (v. fig. RT 13) a eu des conséquences majeures sur les systèmes biophysiques et sur les sociétés (on a enregistré environ 35 000 décès) [12.6.1]. Les changements observés sont en cohérence avec les projections des impacts dus aux changements climatiques à venir [12.4].

Les dangers liés au climat augmenteront pour leur plus grande part, même si les changements varieront géographiquement (confiance très haute).

Vers les années 2020, une recrudescence des inondations éclair et des inondations hivernales dans les zones côtières

est probable dans toute l'Europe [12.4.1]. Les inondations côtières dues à une recrudescence de la tempétoisité (particulièrement dans l'Atlantique nord-est) et la montée du niveau de la mer représenteront un danger pour 1,5 million de personnes supplémentaires, chaque année, vers les années 2080 ; les projections mettent en évidence une accélération de l'érosion côtière [12.4.2]. Des conditions plus chaudes et plus sèches aboutiront à des sécheresses plus fréquentes et prolongées (vers les années 2070, les sécheresses se produisant aujourd'hui une fois tous les 100 ans reviendront tous les 50 ans ou plus souvent encore dans l'Europe du sud et du sud-est), de même qu'à un rallongement de la saison des incendies et à une augmentation du risque d'incendie, particulièrement dans la région méditerranéenne [12.3.1, 12.4.4]. On s'attend aussi à une augmentation de la fréquence des incendies catastrophiques dans les tourbières drainées de l'Europe centrale et orientale [12.4.5]. La fréquence des éboulements augmentera en raison de la déstabilisation des parois montagneuses en raison de l'augmentation de la température et de la fonte du pergélisol [12.4.3].

Il est possible que certains impacts soient positifs, comme une baisse de la mortalité due au froid, les températures hivernales augmentant. Cependant, au total, on prévoit que sans mesures d'adaptation, les risques sanitaires dus à la recrudescence des vagues de chaleur, spécialement dans l'Europe du sud, du centre et de l'est, les inondations et une plus grande prévalence des maladies transmises par l'alimentation et par les vecteurs augmenteront [12.4.11].

Les changements climatiques accentueront probablement les différences régionales dans les ressources naturelles et les atouts en Europe (confiance très haute).

Les scénarios de changement climatique indiquent un réchauffement significatif (A2 : 2,5 à 5,5C ; B2 : 1 à 4C), plus important en hiver dans le nord et en été dans le sud et le centre de l'Europe [12.3.1]. On projette une augmentation des précipitations moyennes annuelles dans le nord et une baisse dans le sud. Les variations saisonnières seront toutefois plus prononcées : on projette une baisse des précipitations estivales allant jusqu'à 30 à 45% sur le bassin méditerranéen, et aussi au-dessus de l'Europe de l'est et du centre et, dans une moindre mesure, pour l'Europe du nord, touchant jusqu'à la Scandinavie centrale [12.3.1]. Le recrutement et la production des pêcheries marines de l'Atlantique nord augmenteront probablement [12.4.7]. Il est probable que l'adéquation des cultures se modifiera à travers l'Europe, et que la productivité agricole (toutes choses égales par ailleurs)

augmentera dans l'Europe du nord et baissera sur le pourtour méditerranéen et en Europe du sud-est [12.4.7]. On projette que les forêts s'étendront dans le nord et se retireront dans le sud [12.4.4]. La productivité forestière et la biomasse totale augmenteront probablement dans le nord et baisseront dans le centre et l'est de l'Europe, tandis que la mortalité des arbres s'accroîtra probablement dans le sud [12.4.4]. On anticipe que les différences dans l'accès à l'eau entre les régions se feront plus prononcées : le

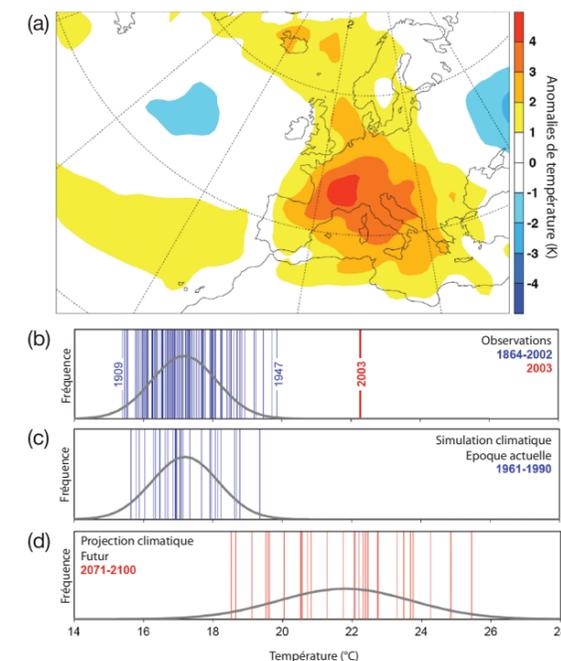


Figure RT 13. Caractéristiques de la vague de chaleur de l'été 2003 : (a) anomalie de température pour JJA par rapport à 1961-1990 ; (b-d) températures de juin, juillet, août en Suisse ; (b) observées entre 1864 et 2003 (c) simulées à l'aide d'un modèle climatique régional pour la période 1961-1990 ; (d) projetées pour la période 2071-2100 sous le scénario RSSE A2. Les barres verticales dans les panneaux (b-d) représentent les températures moyennes de surface en été pour chaque année de la période considérée ; la distribution gaussienne adaptée est indiquée en noir (F12.4).

débit annuel moyen augmentant dans le nord / nord-ouest, et baissant dans le sud / sud-est de l'Europe (on projette que la limite des basses eaux en été baissera jusqu'à 50% en Europe centrale et jusqu'à 80% dans certaines rivières d'Europe méridionale [12.4.1, 12.4.5].

Le stress hydrique augmentera probablement, tout comme le nombre de gens vivant dans des bassins fluviaux soumis à un intense stress hydrique (confiance haute).

Le stress hydrique augmentera probablement en Europe centrale et méridionale. Le pourcentage des zones soumises à stress hydrique intense augmentera probablement de 19 à 35% vers les années 2070, et le nombre de personnes en danger de 16 à 44 millions [12.4.1]. Les régions les plus en danger sont l'Europe du sud et certaines parties de l'Europe centrale et orientale [12.4.1]. Vers les années 2070, le potentiel hydroélectrique de l'Europe déclinera, selon les estimations, de 6% et de 20 à 50% sur le pourtour méditerranéen. [12.4.8.1]

On anticipe que les systèmes naturels européens et la biodiversité européenne seront substantiellement affectés par les changements climatiques (confiance très haute). La grande majorité des organismes et des écosystèmes auront probablement des difficultés à s'adapter aux changements climatiques (confiance haute).

La hausse du niveau de la mer causera probablement une migration des plages en direction de l'intérieur et une perte de jusqu'à 20% des zones humides côtières [12.4.2], réduisant l'habitat de nombreuses espèces qui se reproduisent ou qui creusent les zones côtières de faible altitude [12.4.6]. Les petits glaciers disparaîtront tandis que les glaciers de taille plus importante connaîtront une réduction de volume allant de 30% à 70% vers 2050 au cours du 21e siècle [12.4.3]. De nombreuses zones de pergélisol de l'Arctique disparaîtront selon les projections [12.4.5]. On projette qu'en Méditerranée, de nombreux écosystèmes aquatiques éphémères disparaîtront, et que les écosystèmes permanents se réduiront et deviendront éphémères [12.4.5]. L'expansion des forêts vers le nord réduira, selon les projections, les régions de toundra, selon certains scénarios [12.4.4]. Les communautés montagnardes risquent une perte allant jusqu'à 60% des espèces sous les scénarios de hautes émissions vers 2080 [12.4.3]. Un pourcentage important de la flore européenne (une étude en a trouvé jusqu'à 50%) deviendra probablement plus vulnérable, plus menacée ou plus en danger d'extinction à la fin de ce siècle [12.4.6]. Les options d'adaptation seront probablement limitées pour de nombreux organismes et écosystèmes. Par exemple, une possibilité de migration limitée conduira très probablement à la réduction de la zone de répartition de la plupart des reptiles et des amphibiens [12.4.6]. Les côtes de basse altitude géologiquement peu élevées seront probablement incapables de s'adapter à la montée du niveau de la mer [12.5.2]. Il n'y a pas d'options adaptatives évidentes ni pour la toundra ni pour la végétation alpine [12.5.3].

La capacité d'adaptation des écosystèmes peut être

améliorée en réduisant les stress d'origine humaine [12.5.3, 12.5.5]. Il sera peut-être nécessaire de trouver de nouveaux sites pour la conservation naturelle en raison du fait que le changement climatique modifiera très probablement les conditions de survie de nombreuses espèces dans les sites actuels (avec les changements climatiques, pour atteindre ses objectifs conservatoires, la zone de réserves actuelle dans l'UE devrait être augmentée de 41%) [12.5.6].

On anticipe que presque toutes les régions d'Europe seront négativement affectées par les futurs impacts du changement climatique et ces derniers représenteront des défis pour de nombreux secteurs économiques (confiance très haute).

En Europe méridionale, on projette que les changements climatiques dégraderont les conditions (températures élevées, sécheresses) d'une région déjà vulnérable à la variabilité climatique. En Europe septentrionale, on projette que les changements climatiques commenceront par avoir des effets mêlés, y compris certains bienfaits, mais qu'à mesure que les changements climatiques continueront, ses effets négatifs dépasseront probablement ces bienfaits [12.4].

L'agriculture devra faire face à une augmentation de la demande en eau pour l'irrigation en Europe méridionale en raison des changements climatiques (p.ex., une augmentation de la demande en eau de 2 à 4% pour la culture du maïs et de 6 à 10% pour les pommes de terres vers 2050), et des restrictions supplémentaires dues à des augmentations de la pollution dues aux nitrates d'origine agricole [12.5.7]. Les demandes en chauffage hivernal baisseront selon les projections, mais les demandes en air conditionné en été augmenteront en raison des changements climatiques : sur le pourtour méditerranéen, 2 ou 3 semaines de moins par an nécessiteront du chauffage, mais 2 à 5 semaines de plus nécessiteront de l'air conditionné vers 2050 [12.4.8]. Les pics de demande d'électricité se déplaceront probablement, à certains endroits, passant de l'hiver à l'été [12.4.8]. Le tourisme sur le pourtour méditerranéen baissera probablement en été et augmentera en automne et au printemps. On s'attend à ce que le tourisme hivernal dans les régions de montagne doive faire face à une réduction de la couverture neigeuse (la durée de la couverture neigeuse se raccourcira de plusieurs semaines pour chaque degré d'augmentation de température dans la région alpine) [12.4.9, 12.4.11].

Il est probable que l'adaptation aux changements climatiques tirera profit des expériences faites dans la réaction aux événements climatiques extrêmes,

en mettant en place spécifiquement des plans adaptatifs proactifs de gestion du risque climatique (confiance très haute).

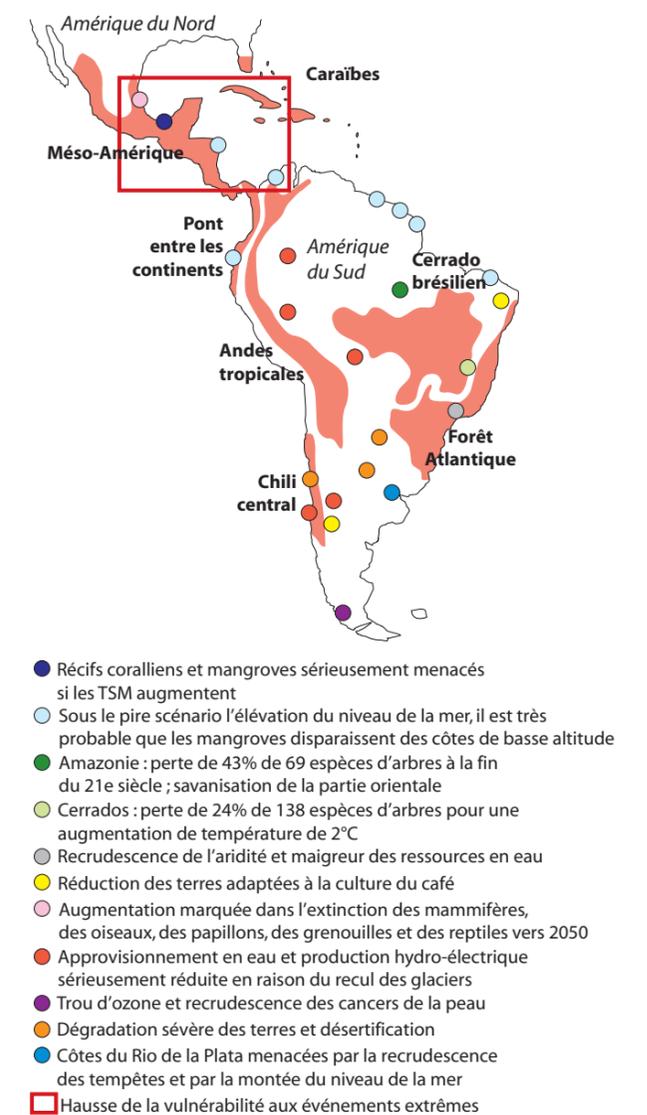
Depuis le TRE, les gouvernements ont considérablement augmenté le nombre d'actions pour faire face aux événements climatiques extrêmes. La doctrine actuelle sur l'adaptation aux événements climatiques extrêmes s'est détournée des secours réactifs et s'est davantage intéressée à une gestion du risque plus proactive. Un exemple de premier plan en est la mise en place dans de nombreux pays de systèmes d'alerte précoce pour les vagues de chaleur (Portugal, Espagne, France, Royaume-Uni, Italie, Hongrie) [12.6.1]. D'autres actions se sont intéressées aux changements climatiques à long terme. Par exemple, des plans d'action nationaux ont été développés pour s'adapter aux changements climatiques [12.5] et des plans plus spécifiques ont été intégrés aux politiques européennes et nationales pour l'agriculture, l'énergie, la foresterie, le transport et d'autres secteurs encore [12.2.3, 12.5.2]. La recherche a aussi fourni de nouvelles données pour les politiques d'adaptation (p.ex., des études ont montré que les cultures qui deviennent moins rentables économiquement en raison des changements climatiques peuvent être remplacées avec profit par des cultures bioénergétiques) [12.5.7].

Bien que l'efficacité et la faisabilité des mesures d'adaptation soit susceptible de variations importantes, seuls quelques gouvernements et institutions ont examiné un portefeuille de mesures systématiquement et avec un regard critique. Par exemple, certains réservoirs utilisés à présent comme mesure de l'adaptation aux fluctuations de précipitations peuvent devenir moins fiables dans des régions où les précipitations à long terme baisseront [12.4.1]. La distribution des options de gestion permettant de faire face aux changements climatiques varie largement parmi les types de forêt, certains types disposant de beaucoup plus d'options que d'autres [12.5.5].

Amérique latine

La variabilité climatique et les événements extrêmes ont affecté l'Amérique latine de façon importante au cours des années qui viennent de s'écouler (confiance haute).

Des événements météorologiques extrêmes très inhabituels se sont manifestés récemment, comme les pluies diluviennes au Venezuela (1999, 2005), l'inondation des pampas argentines (2000-2002), la sécheresse amazonienne (2005), les tempêtes en Bolivie



Les zones en rouge correspondent aux sites où la biodiversité est sévèrement menacée et où cette tendance se poursuivra très probablement à l'avenir

Fig. RT 14. Points chauds les plus importants en Amérique latine, là où les impacts des changements climatiques seront les plus sévères selon les projections [13.4]

(2002) et dans la province de Buenos Aires (2006), le cyclone Catarina, sans précédent, dans l'Atlantique sud (2004) et la raison de cyclones records de 2005 dans le bassin caraïbe [13.2.2]. Historiquement, la variabilité et les extrêmes climatiques ont eu des impacts négatifs sur la population, en augmentant la mortalité et la morbidité dans les zones affectées. Les développements récents dans les techniques de prévision météo pourraient

améliorer l'information nécessaire au bien-être humain et à la sécurité. Cependant, le manque d'équipement d'observation moderne et le cruel manque d'information sur les couches supérieures de l'atmosphère, la faible densité des stations météo, le manque de fiabilité de leurs rapports, et la manque de suivi des variables climatiques sont autant d'obstacles à la qualité des prévisions, ce qui a des conséquences dommageables sur le public, faisant baisser dans on estime les services météorologiques employés de même que sa confiance dans les relevés climatiques. Ces insuffisances affectent aussi les services d'observation hydrométéorologiques, ce qui a un impact négatif sur la qualité des avis d'alerte précoce et d'alarme (confiance moyenne) [13.2.5].

Au cours des quelques décennies qui viennent de s'écouler, on a observé des changements importants dans les précipitations ainsi qu'une augmentation des températures (confiance haute)

L'augmentation de la pluviométrie dans le sud-est du Brésil, le Paraguay, l'Uruguay, les pampas argentines et certaines parties de la Bolivie a eu un impact sur l'affectation des sols et sur la production agricole et elle a augmenté l'intensité et la fréquence des inondations. On a observé d'autre part une tendance déclinante pour les précipitations dans le Chili austral, l'Argentine du sud-ouest, le Pérou du sud, et l'Amérique centrale de l'ouest. Des augmentations de température d'environ 1C en Més-Amérique et en Amérique du Sud et de 0,5C au Brésil ont été observées. Les augmentations de température ont comme conséquence d'accélérer la tendance au recul des glaciers relevée dans le TRE (confiance très haute). Cette question est critique en Bolivie, au Pérou, en Colombie et en Equateur, là où l'accès à l'eau a déjà été compromis, que ce soit à des fins de consommation ou de production d'énergie hydroélectrique [13.2.4]. On s'attend à ce que ces problèmes liés à l'approvisionnement augmentent à l'avenir, devenant chroniques si des mesures d'adaptation appropriées ne sont pas planifiées et mises en place. Au cours des décennies à venir, il est très probable que les glaciers intertropicaux andins disparaîtront, ce qui affectera la disponibilité de l'eau et la production d'énergie hydroélectrique (confiance haute) [13.2.4].

Les changements d'affectation des sols ont intensifié l'usage des ressources naturelles et exacerbé de nombreux processus d'érosion des sols (confiance haute).

Presque les trois quarts de la surface terrestre sèche est affectée modérément à sévèrement par les processus

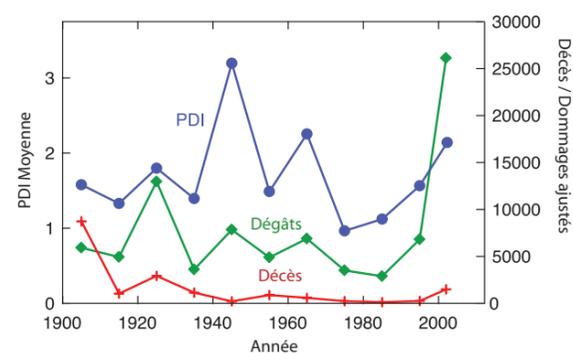


Figure RT.15 - Moyenne décennale (sur six ans pour 2000-20005) de l'énergie totale dissipée par les ouragans (PDI), les pertes humaines et les dommages économiques actualisés (en milliers de US\$) à la suite des ouragans ayant touché les côtes des Etats-Unis depuis 1900. [F 14.1]

d'érosion. Les effets combinés des activités humaines et des changements climatiques ont abouti à un déclin de la couverture terrestre naturelle, qui continue à baisser à un rythme très rapide (confiance haute). En particulier, le rythme de déforestation des forêts tropicales a augmenté au cours des cinq dernières années. On dispose de preuves que les aérosols issus de la combustion de la biomasse peuvent changer la température régionale de même que les précipitations dans le sud de l'Amazonie (confiance moyenne). La combustion de la biomasse affecte aussi la qualité régionale de l'air, ce qui a des implications en termes de santé publique. L'affectation des sols et les changements climatiques en action synergétique augmenteront substantiellement le risque d'incendies de forêt (confiance haute) [13.2.3, 13.2.4].

Le réchauffement moyen projeté pour l'Amérique latine à la fin du 21^e siècle, selon différents modèles climatiques, va de 1 à 4 °C pour le scénario d'émissions B2 et de 2 à 6°C pour le scénario A2 (confiance moyenne).

La plupart des projections de MCG indiquent des anomalies pluviométriques plus importantes qu'actuellement (positives ou négatives) pour ce qui concerne la partie tropicale de l'Amérique latine et des anomalies plus petites pour l'Amérique du sud extratropicale. Les changements de température et de précipitations auront des impacts particulièrement graves sur les points chauds qui sont déjà vulnérables, identifiés dans la fig. RT 14. De plus, la fréquence de la survenue d'extrêmes météorologiques et climatiques augmentera probablement à l'avenir ; tout comme la fréquence et l'intensité des ouragans dans le bassin caraïbe [13.3.1].

Avec les changements climatiques à venir, il existe un risque d'extinctions significatives dans de nombreuses régions d'Amérique latine tropicale (confiance haute).

Le remplacement progressif de la forêt tropicale par les savanes est attendu pour le milieu du siècle dans l'Amazonie orientale et les forêts tropicales du Mexique du centre et du sud, de même que le remplacement de la végétation semi-aride par une végétation aride dans certaines parties du nord-est du Brésil et la plus grande partie du Mexique du nord et du centre, en raison d'augmentations de température et des baisses d'humidité associées dans les sols (confiance haute). [13.4.1]. Vers les années 2050, 50% des terres agricoles seront très probablement sujettes à désertification et à salinisation dans certaines zones (confiance haute) [13.4.2]. Il y a un risque de perte significative de biodiversité par extinction d'espèces dans de nombreuses zones de l'Amérique latine tropicale. Sept des vingt-cinq sites les plus critiques en termes de concentration d'espèces endémiques se trouvent en Amérique latine, et ces zones sont soumises à une perte d'habitat. Les réserves biologiques et les corridors écologiques ont été soit mis en place soit prévus pour maintenir la biodiversité des écosystèmes naturels, et ils peuvent servir de mesures d'adaptation pour contribuer à la protection des écosystèmes face aux changements climatiques [13.2.5].

Vers les années 2020, l'augmentation nette du nombre de personnes soumises à stress hydrique en raison des changements climatiques s'établira entre 7 et 77 millions (confiance moyenne).

Pour la deuxième moitié du 21^e siècle, la réduction potentielle de l'accès à l'eau et l'accroissement de la demande en raison de la croissance démographique portera ses chiffres à 60 à 150 millions [13.4.3].

Des réductions généralisées de la production rizicole dans les années 2020, de même que des augmentations dans la productivité du soja dans les zones tempérées, sont probables si l'on considère les effets du CO₂ (confiance moyenne).

Pour les autres cultures (blé, maïs), la réponse projetée aux changements climatiques est plus erratique et dépend du scénario considéré. Postulant des effets de fertilisation carbonique du CO₂ faibles, le nombre de personnes supplémentaires en danger de famine sous le scénario A2 atteindra probablement 5, 26 et 85 millions en 2020, 2050 et 2080 respectivement (confiance moyenne). La productivité laitière et celle de l'élevage déclinera

probablement en réponse à l'augmentation de température [13.4.2].

La montée attendue du niveau de la mer et la recrudescence de la variabilité et des extrêmes météorologiques et climatiques affecteront très probablement les zones côtières (confiance haute).

Au cours des 10 à 20 dernières années, la rythme de montée du niveau de la mer a augmenté de 1 à 2-3 mm/an dans l'Amérique du Sud du sud-est [13.2.4]. A l'avenir, on projette que la montée du niveau de la mer aboutira à un risque d'inondation plus important dans les zones de faible altitude. Des impacts négatifs seront observés dans (i) les zones de faible altitude (p.ex. le Salvador, le Guyana, la côte de la province de Buenos Aires), (ii) la construction et le tourisme (p.ex. au Mexique ou en Uruguay), (iii) la morphologie côtière (p.ex. au Pérou), (iv) les mangroves (p.ex. au Brésil, en Equateur, en Colombie, au Venezuela), (v) l'accès à l'eau potable dans la côte Pacifique du Costa Rica, de l'Equateur et de l'estuaire du Rio de la Plata [13.4.4].

Les plans de développement durable établis à l'avenir devraient intégrer des stratégies d'adaptation pour améliorer l'intégration des changements climatiques dans les politiques de développement (confiance haute).

Plusieurs mesures d'adaptation ont été proposées pour les secteurs côtier, agricole, hydrologique et sanitaire. Cependant, l'efficacité de ces efforts est dépassée par un manque de renforcement des capacités et de cadres politiques, institutionnels et technologiques appropriés, par le bas niveau de revenu et par les établissements au sein des zones vulnérables, entre autres. Le degré actuel de développement des réseaux d'observation et de suivi rend nécessaire une amélioration, le renforcement des capacités, et le renforcement des communications pour permettre le fonctionnement effectif de systèmes d'observation environnementaux et une diffusion efficace des alertes précoces. Autrement, les objectifs de développement durable des pays d'Amérique latine seront probablement sérieusement compromis, avec un effet négatif sur, entre autres, leur capacité à atteindre les Objectifs de développement du millénaire [13.5].

Amérique du Nord

L'Amérique du nord dispose d'une capacité d'adaptation considérable, qui a été parfois déployée avec efficacité, mais cette capacité n'a pas toujours protégé sa population des impacts négatifs de la variabilité climatique et des événements

météorologiques extrêmes (confiance très haute).

Les dégâts et les pertes humaines de l'ouragan Katrina en août 2005 illustrent les limites de la capacité d'adaptation existante aux événements extrêmes. Les traditions et les institutions, en Amérique du nord, ont encouragé un cadre de réponse décentralisé au sein duquel l'adaptation a tendance à être essentiellement réactive, distribuée inégalement, et concentrée sur le faire-face plutôt que sur la prévention des problèmes. « Percoler » les questions des changements climatiques dans la prise de décision est un prérequis-clé pour la durabilité [14.2.3, 14.2.6, 14.4, 14.5, 14.7].

Il est crucial de mettre l'accent sur une adaptation effective, parce que les dommages économiques dus aux extrêmes météorologiques continueront probablement à augmenter, les conséquences directes et indirectes des changements climatiques jouant un rôle croissant (confiance très haute).

Au cours de plusieurs des dernières décennies, les dégâts économiques des cyclones en Amérique du nord ont plus que quadruplé (fig. RT 15) en raison pour une bonne part de l'augmentation de la valeur de l'infrastructure en danger [14.2.6]. Les coûts, en Amérique du nord, comprennent des milliards de dollars en propriété privée atteinte et de baisse de la productivité économique, de même que les vies bouleversées et perdues [14.2.6, 14.2.7, 14.2.8]. Les dégâts des événements extrêmes affectent de façon disproportionnée ceux qui sont socialement et économiquement désavantagés, particulièrement les pauvres et les peuples indigènes d'Amérique du Nord [14.2.6].

Il est probable que les changements climatiques exacerberont d'autres facteurs de tension sur les infrastructures, et sur la santé et la sécurité publiques dans les centres urbains (confiance très haute).

Les impacts des changements climatiques sur les centres urbains seront très probablement démultipliés par les îlots de chaleur urbains, la pollution de l'air et de l'eau, le vieillissement des infrastructures, une urbanisation et un parc de bâtiments mal adaptés, des questions de qualité et d'accès à l'eau, la croissance démographique et de l'immigration, et le vieillissement de la population [14.3.2, 14.4.1, 14.4.6].

Les communautés et les habitats côtiers seront très probablement soumis de plus en plus aux tensions issues des changements climatiques interagissant avec le développement et la pollution (confiance très haute).

Le niveau de la mer monte sur la plus grande partie de la côte, et le rythme de changement augmentera probablement à l'avenir, exacerbant ainsi les impacts de la submersion progressive, des inondations dues aux tempêtes et à l'érosion de la côte [14.2.3, 14.4.3]. Les impacts des tempêtes augmenteront probablement en sévérité, spécialement le long des côtes Atlantique et du Golfe du Mexique [14.4.3]. Les marais salants, les autres habitats côtiers et les espèces qui en dépendent sont menacés maintenant et plus encore dans les décennies à venir par la montée du niveau de la mer, les structures fixes bloquant la migration vers l'intérieur, et les changements de la végétation [14.2]. La croissance démographique, l'augmentation de la valeur des infrastructures font croître la vulnérabilité côtière aux changements à venir et à la variabilité climatiques, les pertes étant exacerbées par la recrudescence de l'intensité des tempêtes tropicales. L'adaptation actuelle aux dangers côtiers est inégale et la préparation à une exposition plus importante est faible [14.2.3, 14.4.3, 14.5].

Des températures élevées et la météo extrêmes sont déjà causes d'effets négatifs sur la santé publique via la mortalité liée à la chaleur, la pollution, les dégâts et les pertes humaines dues aux tempêtes, et les maladies infectieuses, et ceux-ci augmenteront encore avec le changement climatique en l'absence de contre-mesures efficaces (confiance très haute)

Suivant les progrès faits dans les soins, les infrastructures, la technologie et l'accessibilité en matière médicale, les changements climatiques pourraient renforcer le risque de décès liés aux vagues de chaleur, aux maladies transmises par l'eau et à la dégradation de la qualité de l'eau [14.4.1], aux maladies respiratoires dues à l'exposition aux pollens et à l'ozone, et aux maladies infectieuses à vecteur (confiance faible [14.2.5, 14.4.5]).

Il est très probable que les changements climatiques feront peser une contrainte supplémentaire sur les ressources en eau déjà intensivement employées de l'Amérique du nord, en interaction avec d'autres facteurs de tension (confiance haute).

La diminution de la couverture neigeuse et l'augmentation de l'évaporation due à la hausse des températures augmenteront très probablement le déroulement du cycle et la disponibilité de l'eau et intensifieront la concurrence entre ses divers usages [14.2, 14.4.1]. Le réchauffement placera très probablement une tension supplémentaire sur la disponibilité des eaux de surface, démultipliant les effets d'une demande croissante en raison du développement économique et de la croissance

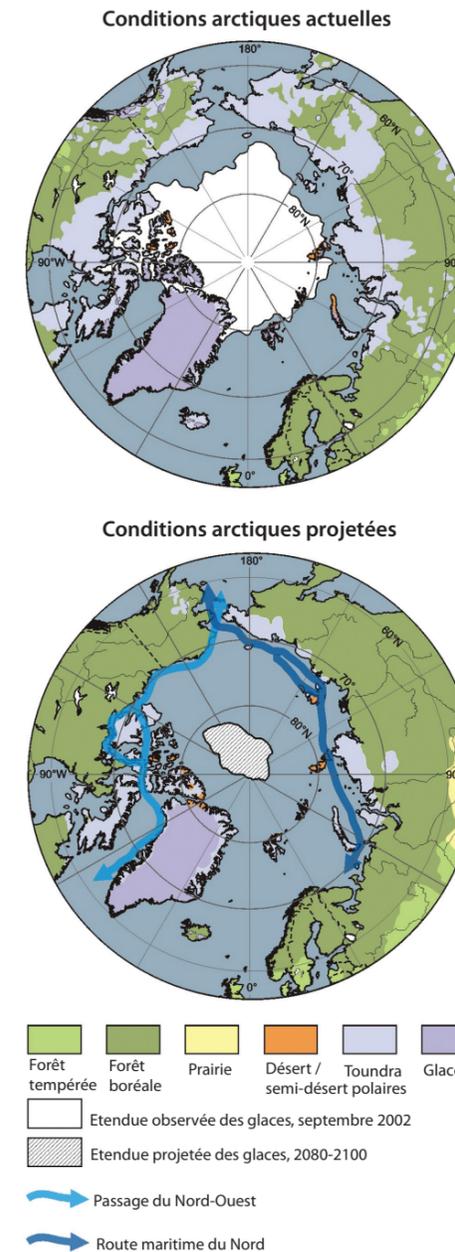


Figure RT 16 – Végétation des régions arctiques et voisines de l'arctique. En haut : conditions actuelles, sur la base d'études botaniques. En bas : modélisation pour 2090-2100 selon le scénario d'émissions IS92a [F15.2]

démographique (confiance moyenne [14.4.1]). Dans les Grands Lacs et certains systèmes fluviaux, des niveaux de l'eau plus bas exacerberont probablement les questions de la qualité de l'eau, de la navigation, de la production d'énergie hydroélectrique, des prises d'eau, et de coopération binationale [14.4.1, E 14.2].

Des perturbations comme des incendies de forêt et les invasions d'insectes augmentent et s'intensifieront probablement dans un futur plus chaud avec des sols plus secs et des saisons de croissances rallongées, et interagissent probablement avec le changement d'affectation des sols et un développement affectant le futur des écosystèmes sauvages (confiance haute).

Les tendances climatiques récentes ont augmenté la production primaire nette des écosystèmes, et il est probable que cette tendance se poursuivra au cours de quelques-unes des décennies à venir [14.2.2]. Cependant, les incendies de forêt et les invasions d'insectes sont en augmentation, une tendance qui s'intensifiera probablement dans un futur plus chaud [14.4.2, E 14.1]. Au cours du 21e siècle, la tendance au déplacement des espèces et des écosystèmes vers le nord et vers de plus hautes altitudes réarrangera probablement la carte des écosystèmes nord-américains. Des augmentations continues des perturbations limiteront probablement le stockage du carbone, favoriseront les espèces envahissantes et amplifieront le potentiel de changement dans les services de l'écosystème [14.4.2, 14.4.4].

Régions polaires

Les impacts environnementaux des changements climatiques montrent des différences profondes au sein des et entre les régions polaires (confiance très haute).

Les impacts des changements climatiques dans l'Arctique au cours des cent prochaines années dépasseront probablement les prévisions faites pour de nombreuses autres régions. Cependant, la complexité des réponses au sein des systèmes naturels et humains, et le fait qu'ils sont sujets à de multiples sources de tension additionnelles, montrent que les impacts des changements climatiques sur ces systèmes restent difficiles à prédire. Les changements dans la Péninsule antarctique, dans les îles subantarctiques et dans l'Océan austral ont de plus été rapides, et des impacts spectaculaires sont attendus à l'avenir. Les preuves de changements en cours pour le reste du continent antarctique sont moins claires et la prédiction des impacts probables est donc difficile. Pour les deux régions polaires, les impacts économiques sont spécialement difficiles à prendre en compte en raison du manque d'informations disponibles [15.2.1, 15.3.2, 15.3.3].

On dispose de plus en plus de preuves des impacts des changements climatiques sur les écosystèmes des deux régions polaires (confiance haute).

On a mesuré les changements de composition et d'aires de répartition des plantes et des animaux dans la péninsule antarctique et dans les îles subantarctiques. Le verdissement de certaines parties de l'Arctique a été documenté de même qu'une augmentation de la productivité biologique, un changement dans la répartition des espèces (p.ex. un déplacement de la toundra à la steppe), certaines variations dans la localisation de la limite septentrionale des arbres, et des changements dans l'aire de répartition et dans l'abondance de certaines espèces animales. Aussi bien dans l'Arctique que dans l'Antarctique, les recherches indiquent que de tels changements dans la biodiversité et déplacements de zones de végétation continueront. La migration en direction des pôles des espèces existantes et la concurrence avec les espèces allogènes est déjà en cours, et continuera et modifiera la composition en espèces et l'abondance au sein des systèmes terrestres et aquatiques. Les vulnérabilités associées sont liées aux pertes de biodiversité et à la transmission de maladies transmises par des animaux [15.4.2, 15.2.2].

La poursuite de changements hydrologiques et cryosphériques aura des impacts régionaux significatifs sur les eaux douces arctiques, sur les systèmes marins côtiers et benthiques (confiance haute).

Le débit additionné des rivières eurasiatiques se jetant dans l'Océan arctique a augmenté depuis les années 1930, ce qui est largement cohérent avec l'augmentation des précipitations, bien que les changements dans les processus cryosphériques (fonte des neiges et du pergélisol) modifient aussi le trajet et la saisonnalité du flux [15.3.1, 15.4.1].

Le recul de la couverture de glace arctique au cours des récentes décennies a abouti à une meilleure accessibilité maritime, à des changements dans la production écologique / biologique côtière, à des effets négatifs sur de nombreux mammifères dépendants de la glace, et à une plus grande action des vagues sur les côtes (confiance haute).

La perte continue de glaces de mer conduira à des potentialités et à des problèmes régionaux ; la réduction des glaces d'eau douce affectera l'écologie et la production biologique des lacs et des rivières, et rendra nécessaires des changements dans les transports basés sur l'eau. Pour de nombreuses parties prenantes, les bénéfices économiques pourraient augmenter, mais certaines activités et certains modes de vie pourraient être négativement impactés [15. RE, 15.4.7, 15.4.3, 15.4.1].

Tout autour de la péninsule antarctique, un déclin récemment documenté de l'abondance de krill, de même qu'une augmentation de l'abondance de salpe, ont été attribués à une réduction régionale de l'étendue et de la durée de la couverture de glaces de mer (confiance moyenne).

Si les glaces de mer continuent à décliner, un déclin correspondant du krill est probable, avec un impact sur les prédateurs se situant plus haut dans la chaîne alimentaire [15.2.2, 15.6.3].

Le réchauffement de régions des océans polaires septentrionaux a eu un impact négatif sur la composition des communautés, sur la biomasse et sur la distribution du phytoplancton et du zooplancton (confiance moyenne).

L'impact des changements présents et à venir sur les plus grands prédateurs, sur le poisson et les pêcheries sera spécifique aux régions, certains effets étant bénéfiques et d'autres négatifs [15.2.2].

De nombreuses communautés humaines de l'Arctique s'adaptent déjà aux changements climatiques (confiance haute).

Les peuples indigènes ont montré leur résilience aux changements dans leur environnement local depuis des milliers d'années. Certaines communautés indigènes s'adaptent en modifiant leur régime de gestion de la vie sauvage et leurs pratiques de chasse. Toutefois, les tensions qui s'ajoutent aux changements climatiques, de même que la migration vers de plus petites communautés isolées et l'implication croissante dans l'économie du salariat et dans les occupations sédentaires mettront au défi la capacité d'adaptation et augmenteront la vulnérabilité. Certaines façons de vivre traditionnelles sont menacées et des investissements substantiels sont nécessaires pour adapter ou déplacer les structures physiques et les communautés [15.4.6, 15.5, 15.7].

Un climat moins rude, dans certaines régions, aura des effets économiques bénéfiques pour certaines communautés (confiance très haute).

Les bienfaits dépendront des conditions locales particulières mais, par endroits, ils comprendront la réduction des coûts de chauffage, des potentialités agricoles et forestières plus importantes, des routes maritimes septentrionales plus facilement navigables et un accès maritime aux ressources [15.4.2].

Les impacts des changements climatiques à venir dans les régions polaires produiront des effets

de rétroactions qui auront des conséquences significatives à l'échelle du globe pour les cent années à venir (confiance haute).

Une perte continue de la glace terrestre ajoutera à la montée des eaux de mer au niveau mondial. Un impact majeur pourrait découler de l'affaiblissement de la circulation thermohaline due à une augmentation nette du flux des rivières dans l'Océan arctique et l'augmentation du flux d'eau douce dans l'Atlantique nord qui en résultera. Un doublement du CO₂ aboutirait à une augmentation du flux fluvial total dans l'Océan arctique allant jusqu'à 20%. Le réchauffement dénudera plus de terrain dans l'Arctique (fig. RT 16) et dans la péninsule antarctique, permettant la colonisation par les végétaux. Des modèles récents prédisent une baisse de l'albédo en raison de la perte de glaces et des changements de végétation, et que la toundra sera un puits de carbone de petite taille, bien que l'augmentation des émissions de méthane en provenance du pergélisol en débâcle puisse contribuer au réchauffement du climat [15.4.1, 15.4.2].

Petites îles

Les petites îles présentent des caractéristiques qui les rendent particulièrement vulnérables aux effets des changements climatiques, de la montée du niveau de la mer et des événements extrêmes (confiance très haute).

Parmi ces caractéristiques, leur petite taille et leur tendance à être touchées par les catastrophes naturelles et les chocs externes. Elles disposent d'une faible capacité d'adaptation, et les coûts d'adaptation sont importants en regard du PIB [16.5].

Il est probable que la montée du niveau de la mer exacerbera la submersion, les tempêtes, l'érosion et les autres dangers côtiers, menaçant ainsi les infrastructures vitales qui soutiennent le bien-être socio-économique des communautés insulaires (confiance très haute).

Certaines études laissent à penser que la montée du niveau de la mer pourrait causer des pertes de terres côtières et des submersions, tandis que d'autres montrent que certaines îles sont résilientes d'un point de vue morphologiques et qu'on s'attend à ce qu'elles persistent [16.4.2]. Dans les îles des Caraïbes et du Pacifique, plus de 50% de la population vivent à moins de 1,5 km de la côte. Presque sans exception, les ports et les aéroports, les artères principales, les réseaux de communication, les installations et les autres infrastructures critiques des

petites îles des océans Pacifique et Indien et des Caraïbes ont tendances à se limiter à des emplacements côtiers (Tableau RT 2). La menace d'une montée du niveau de la mer sera probablement amplifiée par des variations dans les cyclones tropicaux [16.4.5, 16.4.7].

On dispose de preuves solides que sous la plupart des scénarios de changement climatique, les ressources en eau des petites îles seront probablement sérieusement compromises (confiance très haute).

La plupart des petites îles disposent de peu d'eau. Beaucoup de petites îles des Caraïbes et du Pacifique subiront probablement un stress hydrique accru par suite des changements climatiques [16.4.1]. Les prédictions de tous les scénarios RSSE pour cette région font état de baisses des pluies en été, et il est donc peu probable que la demande sera satisfaite au cours des périodes sèches. Une augmentation de la pluviométrie hivernale ne compensera probablement pas cette perte, en raison d'un manque d'installations de stockage et du fort ruissellement pendant les tempêtes [16.4.1].

Il est probable que les changements climatiques auront un impact lourd sur les récifs coralliens, les pêcheries et d'autres ressources marines (confiance haute).

Les pêcheries représentent une contribution importante au PIB de nombreux Etats insulaires. Les changements dans l'occurrence et l'intensité d'événements El Niño-ENSO auront probablement des impacts sévères sur les pêcheries industrielles et artisanales. L'augmentation de la température des eaux de la surface de la mer, une augmentation de la turbidité, de la charge en nutriments et de la pollution chimique, les dégâts dus aux cyclones tropicaux et la baisse des taux de croissance dus aux effets de plus hautes concentrations de CO₂ sur la chimie des océans, aboutiront très probablement au blanchiment et à la mort des coraux [16.4.3].

Sur certaines îles, particulièrement celles qui se trouvent aux plus hautes latitudes, le réchauffement a déjà abouti au remplacement de certaines espèces locales (confiance haute).

Les îles de latitude moyenne et haute seront, de façon pratiquement certaine, colonisées par des espèces envahissantes non indigènes, ce qui était auparavant limité par des conditions de température peu favorables (v. Tableau RT 2). Des augmentations des événements extrêmes à court terme affecteront de façon pratiquement certaine les réponses adaptatives des forêts sur les îles

Latitude	Région, système en danger	Impacts et vulnérabilité
Haute	Islande et îles isolées de l'Arctique, Svalbard et Féroé : écosystème marin et espèces végétales	L'équilibre entre pertes et remplacement d'espèces aboutit à une perte initiale de diversité. L'expansion vers le nord de végétation dominée par la steppe naine et par les arbres en direction de zones riches en espèces endémiques rares aboutit à leur perte. Réduction importante ou même effondrement complet du stock de capelan islandais aboutissant à des impacts négatifs considérables pour la plupart des populations de poissons commercialisés, pour les baleines et les oiseaux de mer.
	Îles de haute latitude (îles Féroé) : espèces végétales	Scénario I (augmentation de température de 2°C) : les espèces les plus affectées par le réchauffement sont confinées au plus haut des montagnes. Pour les autres espèces, l'effet principal sera une migration vers le haut. Scénario II (baisse de température de 2°C) : les espèces affectées par le refroidissement sont celles qui se trouvent dans les plus basses altitudes.
Moyenne	Îles subantarctiques Marion : écosystème	Les changements affecteront directement le biote indigène. Une menace encore plus grande consiste en la facilitation de l'invasion des espèces allogènes par un climat plus chaud. Les impacts des changements climatiques sont négligeables pour beaucoup d'écosystèmes marins simulés.
	Cinq îles de Méditerranée: écosystèmes	L'invasion dans les écosystèmes insulaires est un problème de plus en plus important. A long terme, les écosystèmes seront dominés par des plantes exotiques quels que soient les rythmes de perturbation.
	Méditerranée: oiseaux migrants: gobe-mouche noir (<i>Ficedula hypoleuca</i>)	Baisse des taux de nidification et de survie des oisillons de gobe-mouche noir dans deux des populations les plus méridionales d'Europe en état de se reproduire
	Pacifique et Méditerranée: herbe du Laos (<i>Chromolaena odorata</i>)	Les îles du Pacifique risquent l'invasion par l'herbe du Laos. Selon les prévisions, les climats méditerranéens semi-arides et tempérés ne portent pas à invasion.
Basse	Petites îles du Pacifique: érosion côtière, ressources en eau et établissements humains	L'accélération de l'érosion côtière, de l'infiltration d'eau de mer dans les lentilles d'eau et l'augmentation de la submersion de la mer ont des effets importants sur les établissements humains. Une baisse de la pluviométrie, couplée à une augmentation du rythme de montée du niveau de la mer, ajoutent aux menaces qui pèsent sur les ressources en eau ; une réduction de 10% de la pluviométrie moyenne vers 2050 correspondra probablement à une réduction de 20% de la lentille d'eau douce de l'atoll de Tarawa, aux Kiribati.
	Samoa Américaines, 15 autres îles du Pacifique: mangroves	Perte de 50% de la mangrove des Samoa américaines ; réduction de 12% des mangroves dans 15 autres îles du Pacifique.
	Caraiïbes (Bonaire, Antilles néerlandaises): érosion des plages et des sites de ponte des tortues marines	En moyenne, jusqu'à 38% (écart-type +/- 24%) du total des plages actuelles pourraient être perdues suite à une montée du niveau de la mer de 0,5 m, les plages les plus basses et les plus étroites étant les plus vulnérables, ce qui réduirait l'habitat de nidification des tortues d'un tiers.
	Caraiïbes (Bonaire, la Barbade): tourisme	L'industrie touristique basée sur les plages à la Barbade et l'industrie touristique basée sur la plongée sous-marine à Bonaire sont toutes deux affectées négativement par les changements climatiques à cause de l'érosion des plages à la Barbade et du blanchissement des coraux à Bonaire.

Tableau RT 2. Répartition des futurs impacts et vulnérabilités dans les petites îles [E 16.1]. Ces projections sont tirées d'études basées sur différents scénarios, y compris le RSSE et les projections de montée du niveau de la mer du troisième Rapport d'évaluation.

Encart RT.6 – Principaux impacts projetés région par région

Afrique

- Les impacts des changements climatiques en Afrique seront probablement les plus grands là où ils se combinent à d'autres facteurs de pression (par exemple un accès inégalitaire aux ressources [9.4.1], une insécurité alimentaire accrue [9.6]; des systèmes de gestion sanitaire médiocres [9.2.2, 9.4.3]). Ces facteurs de pression, renforcés par la variabilité et le changement climatiques, renforcent encore les vulnérabilités de nombreuses personnes en Afrique ** D [9.4]
- Une augmentation de 5 à 8% (60 à 90 millions d'hectares) de terres arides et semi-arides est projetée en Afrique dans les années 2080 sous l'empire de plusieurs scénarios de changement climatique ** N [9.4.4].
- Des rendements agricoles déclinants sont probables en raison des sécheresses et des dégradations des sols, en particulier dans les zones périphériques. Des modifications de la longueur de la saison de végétation ont été relevées dans différents scénarios. Dans le scénario RSSE A1 FI, qui met l'accent sur la croissance économique intégrée au niveau mondial, les zones de changements majeurs comprennent les systèmes côtiers de l'Afrique australe et orientale. Sous l'empire du scénario A1 et du scénario B1, les systèmes semi-arides et partiellement dépendants de la pluviométrie sont décrits comme étant susceptibles d'être lourdement affectés par les changements du climat sahélien. Les systèmes qui mêlent des zones irriguées par la pluie et des systèmes pérennes de hauts plateaux dans la région des Grands Lacs et d'autres régions de l'Afrique orientale seront aussi lourdement affectés. Dans le scénario B1 du RSSE, qui postule un développement encadré par une série de mesures de protection environnementale, les impacts seraient cependant généralement moindres, mais les zones périphériques (par exemple les systèmes semi-arides) deviendraient plus périphériques encore, et les impacts sur les zones côtières passeraient de lourds à modérés. ** D [9.4.4].
- Le stress hydrique qui sévit actuellement dans une grande partie de l'Afrique sera probablement renforcé par la variabilité et le changement climatiques. Des renforcements du débit (et des inondations possibles) pourraient voir le jour en Afrique orientale et des baisses de débit et un risque de sécheresse probablement renforcé pourraient voir le jour dans d'autres régions (par exemple dans l'Afrique australe), selon les projections, dans les années 2050. Les stress hydriques actuels ne sont pas seulement liés aux variations climatiques, et les problèmes de gouvernance liés à l'eau et à la gestion des bassins fluviaux doivent aussi être pris en compte dans les estimations futures de la situation de l'eau en Afrique. ** D [9.4.1]
- Toutes les modifications de la production primaire des grands lacs aura probablement des impacts importants sur l'approvisionnement local en denrées alimentaires. Par exemple, le lac Tanganyika fournit actuellement de 25% à 40% de l'apport de protéines animales des populations des pays riverains, et il est probable que le changement climatique réduira la production primaire et les rendements de la pêche d'environ 40% [9.4.5, 3.47, 5.4.5]. L'interaction entre les décisions de la gestion humaine, y compris la surpêche, influencera probablement encore les prises de poissons dans les lacs. ** D [9.2.2]
- Les écosystèmes africains subiront probablement des déplacements importants et des modifications de la répartition des espèces et il est possible que des extinctions aient lieu (par exemple le cynos, les biomes et le succulent karoo en Afrique australe). * D [9.4.5].
- Les mangroves et les récifs coralliens se dégraderont encore, selon les projections, ceci impliquant des conséquences supplémentaires pour les pêcheries et pour le tourisme. ** D [9.4.5]
- Vers la fin du XXI^e siècle, l'élévation projetée du niveau de la mer affectera les zones côtières de faible altitude et très peuplées. Le coût de l'adaptation dépassera 5 à 10% du PNB. ** D [9.2, 9.4.6, 9.5.2]

Asie

- Une montée du niveau de la mer de 1 m aboutirait à la destruction de près de la moitié des zones de mangrove du delta du fleuve Mékong (2500 km²), tandis qu'environ 100'000 hectares de terres cultivées et de zone d'aquaculture deviendraient des marais salants. * N [10.4.3]
- Les zones côtières, particulièrement les méga-deltas densément peuplés du sud, de l'est et du sud-est asiatiques, seraient en plus grand danger en raison du risque de submersion par la mer, et dans certains grands deltas, par les cours d'eau. Pour une montée du niveau de la mer de 1 m, 5'000 km² du delta du fleuve Rouge et entre 15'000 et 20'000 km² du delta du fleuve Mékong seraient envahis par les eaux, selon les projections, ce qui aurait un impact respectivement sur 4 millions et sur 3,5 à 5 millions de personnes. * N [10.4.3]
- Les glaciers du plateau tibétain de moins de 4 km de longueur disparaîtront, selon les projections, si la température augmente de 3°C sans modification du régime des précipitations. ** D [10.4.4]
- Si le rythme actuel du réchauffement se maintient, les glaciers himalayens pourraient s'effondrer à des rythmes très rapides, reculant de 500'000 km² actuellement, à 100'000 km² dans les années 2030. ** D [10.6.2]
- On s'attend à ce qu'environ 30% des récifs coralliens d'Asie soient perdus au cours des 30 années à venir, à comparer avec le chiffre de 18% à l'échelle mondiale selon le scénario d'émissions IS92a, mais ceci est dû à de multiples facteurs de tension et non au seul changement climatique. ** D [10.4.3]
- On estime que selon tout l'éventail des scénarios RSSE, 120 millions à 1,2 milliards et 185 à 981 millions de personnes vivront un stress hydrique renforcé dans les années 2020 et 2050 respectivement. ** D [10.4.2]
- On s'attend à ce que la quantité d'eau disponible per capita en Inde chute de 1'900 cm³ actuellement à 1'000 cm³ en 2025 en réponse aux effets combinés de la croissance démographique et des changements climatiques [10.4.2.3]. Une pluviométrie plus intense et des inondations brutales plus fréquentes durant la mousson aboutiront à une proportion de ruissellement plus importante et à une réduction de la quantité d'eau qui atteindra le sous-sol ** N [10.4.2]
- Selon les projections, le rendement des cultures devrait augmenter d'une proportion allant jusqu'à 20% en Asie de l'est et du sud-est, tandis qu'il devrait baisser d'une proportion allant jusqu'à 30% en Asie centrale et méridionale vers le milieu du XXI^e siècle. En somme, et en prenant en considération l'influence de la rapide croissance démographique et de l'urbanisation à rythme accéléré, on a projeté que le risque de famine restera très élevé dans plusieurs pays en voie de développement. * N [10.4.1]
- On s'attend à ce que les demandes en irrigation agricole dans les régions arides et semi-arides de l'Asie orientale augmentent de 10% pour une hausse de température de 1°C ** N [10.4.1]
- On s'attend à ce que la fréquence et l'étendue des incendies de forêt en Asie du nord s'accroissent à l'avenir en raison des changements climatiques et des événements météorologiques extrêmes qui limiteront probablement l'expansion des forêts. * N [10.4.4]

Australie et Nouvelle-Zélande

- Les secteurs les plus sensibles sont les écosystèmes naturels, la sécurité hydrique et les communautés vivant sur les côtes ** C [11.7]
- Il est probable que de nombreux écosystèmes seront touchés vers 2020, même dans les scénarios d'émissions moyens [11.4.1]. Parmi les écosystèmes les plus vulnérables, la Grande Barrière, l'Australie du Sud-ouest, les zones humides de Kakadu, les forêts pluviales et les zones alpines. [11.4.2] Il est pratiquement certain que cela exacerbera les facteurs de pression existants comme les espèces invasives, la perte de l'habitat naturel, et augmentera la probabilité d'extinction de certaines espèces, et causera une réduction de la valeur des écosystèmes pour le tourisme, la pêche, la foresterie et l'adduction d'eau. * N [11.4.2]

- Il est très probable que les problèmes de sécurité hydrique s'accroissent vers 2030 en Australie du sud et de l'est et, en Nouvelle-Zélande dans le Northland et dans certaines régions orientales, par exemple une baisse de 0 à 45% du débit des cours d'eau dans la province de Victoria vers 2030 et une baisse de 10% à 25% du débit des rivières dans le bassin Murray-Darling en Australie vers 2050. ** D [11.4.1]
- La poursuite du développement côtier exacerbera très probablement les dangers pesant sur la vie et la propriété de ceux qui sont exposés à l'élévation du niveau de la mer et aux tempêtes. Vers 2050, il est très probable que des déperditions de terres de grande valeur, des détériorations plus rapides des routes, une érosion des plages et une perte d'éléments possédant une importance culturelle auront lieu. *** C [10.4.5, 11.4.7, 11.4.8]
- Il est probable que le danger d'incendie augmentera avec le changement climatique; par exemple, en Australie du Sud-est, la fréquence de jours de danger d'incendie très élevé et extrême augmentera probablement de 4 à 25% vers 2020 et de 15 à 70% vers 2050. ** D [11.3.1]
- Il est probable que les risques encourus par les grandes infrastructures s'intensifieront. Les normes de conception pour résister aux événements extrêmes seront très probablement dépassées de plus en plus fréquemment vers 2030. Les risques comprennent la rupture de digues et des systèmes de drainage urbains, et l'inondation des villes côtières situées en bord de rivière.
- Il est probable que les hausses de température et la croissance démographique feront monter les pics de demande énergétique en été et les risques associés de pannes majeures. ** D [11.4.10]
- Selon les projections, la production agricole et forestière déclinera vers 2030 dans la plus grande partie de l'Australie du sud et de l'est, dans certaines parties de la Nouvelle-Zélande, en raison des sécheresses et des incendies en recrudescence. Toutefois, en Nouvelle-Zélande, des retombées positives sont projetées dans les régions de l'ouest et du sud et à proximité des principaux cours d'eau en raison de l'allongement de la saison de végétation, de la baisse de la prévalence du gel et de l'augmentation des précipitations. ** N [11.4]
- Dans le sud et l'ouest de la Nouvelle-Zélande, les taux de croissance des cultures de plantation importantes sur le plan économique (principalement Pinus radiata) augmenteront probablement avec la fertilisation du CO₂, en raison d'hivers plus doux et de conditions plus humides. ** D [11.4.4]
- Il est vraisemblable que le taux de décès dus à la chaleur pour les personnes âgées de plus de 65 ans monte, avec 3200 à 5200 décès supplémentaires par an, en moyenne, vers 2050 (en tenant compte de la croissance démographique et du vieillissement de la population, mais en postulant qu'aucune adaptation n'aura lieu). ** D [11.4.11]

Europe

- La probabilité de précipitations hivernales extrêmes excédant deux unités d'écart-type au dessus de la normale augmentera, selon les projections, par un facteur allant jusqu'à cinq dans certaines régions du Royaume-Uni et de l'Europe du nord vers les années 2050, si le CO₂ double. ** D [12.3.1].
- Les projections indiquent que, vers les années 1970, le débit annuel des cours d'eau augmentera dans l'Europe du nord, et baissera d'une proportion allant jusqu'à 36% dans l'Europe du sud, avec des étiages estivaux allant jusqu'à 80% selon le scénario IS92a. ** D [12.4.1, T12.2]
- On s'attend à ce que le pourcentage des zones de bassins fluviaux soumis à un stress hydrique sévère (accès / détournement supérieurs à 0,4) augmente de 19% actuellement à 34-36% dans les années 2070. ** D [12.4.1]
- Le nombre d'habitants supplémentaires dans les zones hydrologiques soumises à stress hydrique dans les 17 pays d'Europe occidentale augmentera probablement de 16 à 44 millions selon les scénarios climatiques HadCM3 et les scénarios d'émissions A2 et B1, respectivement, au cours des années 2080. ** D [12.4.1]
- Selon les scénarios de type A1 FI, vers les années 2080, 1,6 million de personnes supplémentaires seront affectées chaque année par les inondations côtières. ** D [12.4.2]

- Vers les années 2070, le potentiel hydroélectrique de toute l'Europe déclinera, selon les estimations, de 6%, avec des variations régionales importantes allant de 20 à 50% de baisse dans la région méditerranéenne à 15 à 30% de hausse en Europe du nord et de l'est **D [12.4.8]
- Un pourcentage important de la flore européenne pourrait devenir vulnérable, en danger critique ou s'éteindre à la fin du XXI^e siècle selon une série de scénarios RSSE. *** N [12.4.6]
- Vers 2050, on s'attend à ce que les cultures affichent une expansion de leur surface vers le nord [12.4.7.1] Les plus importantes hausses de productivité pour les cultures sensibles au climat se produiront, selon les projections, dans l'Europe septentrionale (par exemple le blé : +2% à +9% vers 2020, +8 à +25% vers 2050, +10 à +30% vers 2080), tandis que les contractions les plus importantes se produiront dans le sud (par exemple le blé : +3 à +4% vers 2020, -8 à -22% vers 2050, -15 à -32% vers 2080.) *** C [12.4.7]
- Les zones forestières s'étendront probablement dans le nord et diminueront dans le sud. On s'attend à une redistribution des espèces d'arbres, et à une élévation de la limite des arbres en altitude. Il est pratiquement certain que le risque d'incendies de forêt augmentera de façon très importante dans l'Europe méridionale. ** D [12.4.4]
- Il est pratiquement certain que la plupart des espèces d'amphibiens (45 à 69%) et de reptiles (61 à 89%) verront une expansion de leur aire de répartition si cela leur est possible sans restriction. Toutefois, si ces espèces n'ont pas la possibilité de se déplacer, l'aire de répartition de pratiquement toutes les espèces (>97%) se réduira, particulièrement dans la Péninsule ibérique et en France. ** N [12.4.6]
- Les petits glaciers alpins de différentes régions disparaîtront tandis que les glaciers de taille plus importante connaîtront une réduction de volume allant de 30% à 70% vers 2050 sous l'empire d'une série de scénarios d'émissions, avec la réduction concomitante de fonte vernale et estivale. *** C [12.4.3]
- La baisse du confort en été sur le pourtour méditerranéen, et une amélioration du confort au nord et à l'ouest pourraient aboutir à une réduction du tourisme estival en Méditerranée et à une augmentation du tourisme au printemps et en automne. ** D [12.4.9]
- Bien qu'une faible probabilité lui ait été assignée, un arrêt brusque de la circulation thermohaline aurait des impacts sérieux et à grande échelle en Europe, particulièrement sur la façade ouest. Ces effets vont de la baisse de la production agricole et de l'augmentation des prix qui lui serait liée à une recrudescence du nombre de décès dus au froid, à des perturbations des moyens de transport en hiver, à des migrations de population vers le sud de l'Europe et à un déplacement du centre de gravité économique. * N [12.6.2]

Amérique Latine

- Au cours des 15 prochaines années, les glaciers intertropicaux fondront très probablement, réduisant la quantité d'eau disponible pour l'énergie hydroélectrique en Bolivie, au Pérou, en Colombie et en Equateur. *** C [13.2.4]
- Toute réduction future des précipitations dans les régions arides et semi-arides de l'Argentine, du Chili et du Brésil aboutira très probablement à pénuries d'eau sévères. ** C [13.4.3]
- Vers les années 2020, entre 7 et 77 millions de personnes souffriront probablement d'un manque d'approvisionnement en biens de consommation de base, tandis qu'au cours de la seconde moitié du siècle la réduction potentielle d'eau potable disponible et la demande en augmentation due à la croissance démographique régionale fera monter ces chiffres à 60-150 millions. ** D [13.ES, 13.4.3]
- Dans le futur, les changements climatiques d'origine anthropique (y compris les variations des phénomènes extrêmes) et l'élévation du niveau de la mer auront des impacts sur ** N [13.4.4].
 - Les zones de faible altitude (par exemple au Salvador, en Guyane, sur la côte de la province de Buenos Aires en Argentine) ;

- Les bâtiments et le tourisme (par exemple au Mexique et en Uruguay) ;
- La morphologie côtière (par exemple au Pérou) ;
- Les mangroves (par exemple au Brésil, en Equateur, en Colombie, au Venezuela) ;
- L'accès à l'eau potable sur la côte Pacifique du Costa Rica et de l'Equateur.
- La hausse de la température de la surface de la mer due au réchauffement climatique aura des impacts dommageables sur ** N [13.4.4]:
 - Les récifs coralliens méso-américains (par exemple au Mexique, au Belize, au Panama) ;
 - Les sites de réserves de poisson dans le Pacifique sud-est (par exemple au Pérou et au Chili).
- Une hausse de 2°C et une baisse des eaux souterraines aboutirait au remplacement de la forêt tropicale par la savane en Amazonie orientale et dans les forêts tropicales du Mexique central et méridional, de même que le remplacement de végétation semi-aride par de la végétation de type aride dans certaines parties du nord-est du Brésil et la plus grande partie du Mexique central et septentrional. ** D [13.4.1]
- A l'avenir, la fréquence et l'intensité des ouragans dans le bassin caraïbe augmentera probablement. * D [13.3.1]
- Une chute généralisée du rendement de la riziculture dans les années 2020, de même que la hausse du rendement de la culture du soja dans les régions tempérées, sont vraisemblables si on se base sur les effets du CO₂. * C [13.4.2]
- Un nombre qu'on estime à 5,26 et 85 millions de personnes supplémentaires en 2020, 2050 et 2080, respectivement, se trouveront probablement en situation de risque de famine, si l'on part du principe que le CO₂ n'aura aucun effet ou des effets négligeables. * D [13.4.2]
- La productivité du bétail déclinera très probablement en réponse à une augmentation de 4°C des températures. ** N [1 3.ES, 13.4.2]
- La région latino-américaine, consciente des effets potentiels de la variabilité et des changements climatiques, tente de mettre en place des mesures d'adaptation comme :
 - L'usage de prédictions climatiques dans des secteurs comme les pêcheries (Pérou) et l'agriculture (Pérou, nord-est du Brésil) ;
 - Des systèmes d'alerte précoce pour les inondations dans le bassin du Rio de la Plata, basés au « Centro Operativo de Alerta Hidrológico ».
- La région a aussi créé de nouvelles institutions pour atténuer et prévenir les impacts des dangers naturels, comme le Centre d'information régional sur les catastrophes naturelles pour l'Amérique latine et les Caraïbes, le Centre international de recherche sur le Phénomène El Niño en Equateur et la Commission permanente du Pacifique sud. *** D [13.2.5]

Amérique du Nord

- La croissance démographique, l'augmentation de la valeur des biens immobiliers et la persistance des investissements contribuent à croître la vulnérabilité des côtes. Toute augmentation du potentiel de destruction des tempêtes tropicales aura très probablement pour effet d'accroître de façon spectaculaire les pertes dues aux conditions météorologiques extrêmes et aux ondes de tempête, lesquelles seront encore accentuées par l'élévation du niveau de la mer. L'adaptation actuelle est inégale, et la préparation à une exposition accrue est insuffisante. *** D [14.2.3, 14.4.3]
- L'élévation du niveau de la mer et l'augmentation concomitante des ondes de marée et des inondations ont le potentiel devraient avoir de lourdes conséquences pour les transports et les infrastructures le long du golfe du Mexique et la côte atlantique et des côtes septentrionales. Selon une étude de cas menée à New York, les voies de surface et les voies ferrées, les ponts, les tunnels, les installations maritimes et aéroportuaires et les gares de transit comptent parmi les installations menacées. *** D [14.4.3, 14.4.6, 14.5.1, B1 4.3]

- Les fortes vagues de chaleur, caractérisées par des masses d'air chaud stagnantes et des nuits consécutives à température minimale élevée augmenteront probablement de fréquence, d'intensité et de durée dans les villes où elles se produisent déjà, et pourraient avoir des effets néfastes sur la santé. Les personnes âgées sont celles qui courent le plus grand danger. ** D [14.4.5]
- Vers le milieu du siècle, le taux d'ozone moyen augmentera, selon les projections, de 3,7 ppb à travers tout l'est des États-Unis, les villes qui sont les plus polluées actuellement supportant les hausses les plus importantes. Les décès liés à la présence d'ozone augmenteront de 4,5%, selon les projections, des années 1990 aux années 2050. * D [14.4.5]
- Le réchauffement projeté dans les montagnes de l'ouest au milieu du XXI^e siècle causera très probablement une diminution importante du manteau neigeux, une fonte des neiges plus précoce, des épisodes de pluies hivernales plus fréquents, des débits maximaux plus importants et des crues plus importantes l'hiver, et un débit réduit en été. *** D [14.4.1]
- Un approvisionnement réduit en eau, combiné à une hausse de la demande, exacerbera probablement la concurrence pour des ressources en eau surexploitées. *** D [14.2.1, B14.2]
- Les changements climatiques survenant au cours des premières décennies du XXI^e siècle renforceront probablement la productivité forestière, mais avec une sensibilité importante à la sécheresse, aux tempêtes, aux insectes et à d'autres perturbations. ** D [14.4.2, 14.4.4]
- Des changements climatiques modérés survenant au cours des premières décennies du siècle augmenteront, selon les projections, le rendement de l'agriculture dépendant de la pluie de 5 à 20%, mais avec une variabilité importante suivant les régions. La plupart des défis sont projetés pour les cultures qui sont proches de la limite supérieure de leur répartition en termes de températures ou qui dépendent de ressources hydriques très demandées. ** D [14.4]
- Vers la seconde moitié du XXI^e siècle, les plus grands impacts sur les forêts se produiront probablement par le truchement de modifications dans la prévalence des nuisibles, des maladies et des incendies. Des températures estivales plus hautes, selon les projections, allongeront la fenêtre de risque élevé d'incendies de 10 à 30% et les zones brûlées de 74 à 118% au Canada en 2100. *** D [14.4.4, B1 4.1]
- Les rythmes actuels de déperditions côtières augmenteront, selon les projections, avec l'accélération de l'élévation du niveau de la mer, partiellement à cause des structures qui empêchent la migration vers l'intérieur des terres. On s'attend à ce que la biodiversité des marais salants du nord-est baisse. ** D [14.4.3]
- La vulnérabilité au changement climatique se concentrera probablement parmi des groupes et des régions spécifiques, comprenant les populations indigènes et d'autres groupes qui dépendent d'une base de ressources limitée, et les pauvres et les personnes âgées dans les villes. ** D [14.2.6, 14.4.6]
- Un investissement continu dans les adaptations visant à répondre aux événements appartenant à l'expérience historique plutôt que sur les conditions futures telles qu'on peut les projeter augmentera probablement la vulnérabilité de nombreux secteurs aux changements climatiques [14.5]. Le développement des infrastructures, avec des investissements et des objectifs à long terme, bénéficierait de l'intégration d'informations relatives aux changements climatiques. *** D [14.5.3, F1 4.3]

Régions polaires

- Vers la fin du siècle, l'étendue moyenne annuelle des glaces de mer dans l'Arctique montrera, selon les projections, une contraction de 22 à 33%, en fonction du scénario d'émissions choisi ; et dans l'Antarctique, les projections vont d'une légère augmentation à une disparition quasi complète des glaces de mer. ** D [15.3.3]
- Au cours des 100 prochaines années, il y aura des réductions importantes dans l'épaisseur et dans l'étendue des glaciers et des calottes glaciaires arctiques et de l'inlandsis Groenlandais ***, en réponse directe au réchauffement climatique. Dans l'Antarctique, les pertes subies par les glaciers de la Péninsule antarctique continueront ***, et l'amincissement déjà observé dans une partie de

- la nappe glaciaire ouest-antarctique, qui provient probablement de changements océaniques, continuera **. Ces déversements formeront une fraction substantielle de l'élévation du niveau de la mer au cours de ce siècle. *** D [15.3.4, 15.6.3; GTI RE4 chapitres 4, 5]
- L'étendue du pergélisol sur l'hémisphère Nord se réduira, selon les projections, de 20 à 35% d'ici à 2050. La profondeur de la fonte saisonnière augmentera probablement de 15 à 25% dans la plupart des régions vers 2050, et de 50% supplémentaires dans les zones les plus septentrionales, et cela pour tous les scénarios RSSE. ** D [15.3.4]
- Dans l'Arctique la fonte initiale du pergélisol portera atteinte aux systèmes de drainage, ce qui permettra l'établissement de communautés aquatiques dans des régions qui étaient auparavant dominées par des espèces terrestres ***. Une fonte supplémentaire mettra en relation le drainage de surface à l'eau du sous-sol, perturbant ainsi encore davantage les écosystèmes. L'érosion côtière augmentera. ** D [15.4.1]
- Vers la fin du siècle, 10 à 50% de la toundra arctique sera remplacée par de la forêt, et environ 15 à 25% de désert polaire seront remplacés par la toundra. * D [15.4.2]
- Dans les deux régions polaires, les changements climatiques aboutiront à un rétrécissement de l'habitat (y compris celui qui se trouve sur les glaces de mer) pour les oiseaux migrateurs et les mammifères [15.2.2, 15.4.1], ce qui aura des implications majeures pour des prédateurs tels que les phoques et les ours polaires ** [15.2, 15.4.3]. On peut s'attendre à des modifications de la distribution et de l'abondance de nombreuses espèces. *** D [15.6.3]
- Les barrières climatiques qui ont protégé les espèces polaires de la concurrence jusqu'à aujourd'hui vont s'abaisser, on s'attend à observer l'enracinement d'espèces allogènes dans certains régions de l'Arctique et de l'Antarctique. ** D [15.6.3, 15.4.4, 15.4.2]
- On s'attend à une contraction de la couverture de glace des rivières et des lacs dans les deux régions polaires. Cela affectera les structures thermiques des lacs, la qualité et la quantité des habitats sous-glaciaires et, dans l'Arctique, le moment et l'intensité de la fonte des glaces et de la montée des eaux qui la suit. *** N [15.4.1]
- Les changements hydrologiques projetés influenceront la productivité et la distribution des espèces aquatiques, y compris les poissons. Le réchauffement des eaux douces aboutira probablement à des diminutions dans la quantité de poissons, particulièrement des espèces qui préfèrent les eaux froides. ** D [15.4.1]
- Pour les communautés humaines de l'Arctique, il est pratiquement certain qu'il y aura des impacts positifs et négatifs, particulièrement par suite des modifications de certains composants de la cryosphère, sur les infrastructures et les modes de vie traditionnels. ** D [15.4]
- En Sibérie et en Amérique du Nord, il est possible que se produise une augmentation de l'agriculture et de la foresterie puisque la limite septentrionale de ces activités se déplace de plusieurs centaines de kilomètres en direction du nord vers 2050 [15.4.2]. Cela aura des retombées positives pour certaines communautés et négatives pour d'autres en fonction de leurs modes de vie traditionnels. ** D [15.4.6]
- Des incendies de forêt à grande échelle et des vagues d'invasion d'insectes tueurs d'arbres, qui sont déclenchés par une météo douce, sont caractéristiques des forêts boréales et de certaines zones de toundra, et s'intensifieront probablement. [15.4.2]
- Le réchauffement arctique fera baisser la mortalité hivernale excessive, particulièrement par l'intermédiaire d'une réduction des décès et des lésions dus à des affections cardiovasculaires et respiratoires. *** N [15.4.6]
- Le réchauffement arctique sera accompagné d'une vulnérabilité accrue aux nuisibles et aux maladies parmi les espèces sauvages, comme l'encéphalite transmise par les tiques, qui peut se transmettre aux humains. ** N [15.4.6]
- Des augmentations de fréquence et de sévérité parmi les inondations, l'érosion, les sécheresses et la

destruction du pergélisol arctiques menacent les communautés, la santé publique, les infrastructures industrielles et l'approvisionnement en eau. *** N [15.4.6]

- Les changements de la fréquence, du type et du moment des précipitations augmenteront l'absorption et la charge de contaminants dans les systèmes d'eau douce arctiques. Des charges plus importantes dépasseront les hausses déjà attendues en raison de l'accélération des émissions globales de produits contaminants. ** N [15.4.1]
- Les communautés humaines de l'Arctique sont déjà sous pression pour s'adapter aux changements climatiques. Des impacts sur la sécurité alimentaire, sur la sécurité personnelle et sur les activités de subsistance font l'objet de réponses allant du changement de ressources et de régime de gestion de la vie sauvage à des déplacements dans les comportements personnels (par exemple la chasse et les déplacements). Combinée à des changements démographiques, socio-économiques et de choix de vie, la résilience des populations indigènes est sérieusement mise au défi. *** N [15.4.1, 15.4.2, 15.4.6, 15.6]

Petites îles

- L'élévation du niveau de la mer et la hausse de la température des eaux de mer accéléreront l'érosion, selon les projections, et causeront la dégradation de protections côtières naturelles tels les récifs coralliens ou les mangroves. Il est probable que ces changements auront à leur tour un impact négatif sur l'attraction exercée par les petites îles en tant que destination touristique de premier choix. Selon les enquêtes, il est probable que sur certaines îles, plus de 80% des touristes refuseront de refaire les mêmes vacances au même prix si les coraux blanchissent et que la surface des plages diminue en raison de l'augmentation de la température des eaux de mer et de l'élévation du niveau de la mer. ** D [16.4.6]
- Des infrastructures portuaires à Suva, îles Fidji, et Apia, îles Samoa, se verront probablement submerger, subiront des dommages aux quais et une inondation de l'arrière pays se produira à la suite d'une montée du niveau de la mer de 0,5m combinée à des vagues associées à un cyclone tel qu'on en rencontre tous les cinquante ans. *** D [16.4.7]
- Les aéroports internationaux des petites îles se trouvent dans la plupart des cas sur la côte ou à quelques kilomètres de celle-ci, et les plus importantes (et parfois les seules) routes s'étendent le long de la côte. Selon les scénarios de l'élévation du niveau de la mer, plusieurs d'entre elles se trouveront sérieusement mises en danger de submersion, d'inondation et de dégâts physiques associés à la submersion côtière et à l'érosion. *** D [16.4.7]
- L'érosion côtière des îles de l'Arctique est caractérisée par une sensibilité climatique accrue en raison de l'impact du réchauffement sur le pergélisol et sur les gélisols étendus, ce qui peut aboutir à une érosion accélérée et à une perte de volume, et à un potentiel énergétique plus élevé des vagues. *** D [16.4.2]
- La réduction de la pluviométrie moyenne réduira très probablement la taille des lentilles d'eau douce. Une réduction de la pluviométrie moyenne de 10% d'ici à 2050 correspondra probablement à une réduction de 20% de la lentille d'eau douce de l'atoll de Tarawa, dans les îles Kiribati. En général, un rétrécissement de la taille des îles à la suite d'une déperdition de terres engendrée par l'élévation du niveau de la mer pourrait faire baisser la profondeur de la lentille d'eau douce sous les atolls, jusqu'à 29%. *** N [16.4.1]
- Sans adaptation, les coûts économiques agricoles des changements climatiques atteindront probablement entre 2-3 et 17-18% du PNB de 2002 vers 2050, sur les îles de haute (par exemple les Fidji) et de basse (par exemple les Kiribati) altitude, respectivement, selon le scénario RSSE A2 (augmentation de 1,3°C d'ici à 2050) et B2 (augmentation de 0,9°C d'ici à 2050). ** N [16.4.3]
- Avec le changement climatique, les introductions d'espèces allogènes se feront plus nombreuses et leur colonisation sera facilitée sur les îles de moyenne et de haute latitudes. Ces changements se voient déjà sur certaines îles. Par exemple, parmi les espèces des écosystèmes pauvres en espèces des îles subantarctiques, des micro-organismes allogènes, des champignons, des plantes et des animaux ont causé une perte de biodiversité substantielle et modifié le fonctionnement de l'écosystème. ** N [16.4.4]

- Des poussées de certaines maladies sensibles au climat telles la malaria, la dengue, le ver filaire et la schistosomiase peuvent avoir un coût humain et économique important. Des températures en hausse et un accès à l'eau plus difficile en raison de changements climatiques aboutiront probablement sur un alourdissement des maladies diarrhéiques et d'autres maladies infectieuses dans les petits Etats insulaires. ** D [16.4.5]
- Les changements climatiques auront, d'après les projections, un impact significatif sur les choix de destinations touristiques ** D [16.4.6]. De nombreux pays formés de petites îles (par exemple la Barbade, les Maldives, les Seychelles, Tuvalu) ont commencé à investir dans la mise en place de stratégies d'adaptation, y compris la désalinisation, afin de faire face à des coupures d'eau actuelles et à venir. *** D [16.4.1]
- Les études menées jusqu'à présent sur l'adaptation dans les îles laissent à penser que les options d'adaptation seront probablement limitées et que les coûts seront élevés relativement au PNB. Des travaux récents ont montré que, dans le cas de Singapour, la protection des côtes serait la stratégie la moins chère pour lutter contre l'élévation du niveau de la mer selon trois scénarios, le coût étant estimé entre 0,3 et 5,7 millions de dollars vers 2050 et entre 0,9 et 16,8 millions de dollars vers 2100. ** D [16.5.2]
- Bien que les choix d'adaptation puissent être limités, et les coûts de l'adaptation élevés, dans les petites îles, la recherche exploratoire laisse à penser qu'il y aurait des avantages connexes qui pourraient être générés par la poursuite de stratégies adaptatives prudentes. Par exemple, l'usage de systèmes énergétiques renouvelables tels que l'incinération des déchets afin de produire de l'énergie peut promouvoir le développement durable, et affermir la résilience au changement climatique. De nombreuses îles se sont déjà lancées dans des initiatives visant à s'assurer que les sources renouvelables sont un constituant important de leur cocktail énergétique. ** D [16.4.7, 16.6]

tropicales, là où la régénération est souvent lente. En raison de leur surface limitée, les forêts de beaucoup d'îles peuvent être décimées par des cyclones ou des tempêtes violentes. Sur certaines îles de haute latitude, il est probable que la couverture forestière augmentera [16.4.4, 15.4.2].

Il est très probable que l'agriculture de subsistance comme l'agro-industrie des petites îles seront impactées négativement par les changements climatiques (confiance haute).

La montée du niveau de la mer, la submersion, l'infiltration d'eau de mer dans les lentilles d'eau douce, la salinisation des sols et le déclin de l'accès à l'eau douce impactera très probablement négativement l'agriculture côtière. A quelque distance de la côte, les changements dans les extrêmes (p.ex. les inondations et les sécheresses) auront probablement un effet négatif sur la production agricole. Des mesures d'adaptation appropriées peuvent contribuer à réduire ces impacts. Dans certaines îles de haute latitude, de nouvelles potentialités peuvent se faire jour pour une production agricole plus importante [16.4.3, 15.4.2].

De nouvelles études confirment les découvertes précédentes selon lesquelles les effets des changements

climatiques sur le tourisme seront probablement directs et indirects, et largement négatifs (confiance haute).

Le tourisme contribue de façon très importante au PIB et à l'emploi dans de nombreuses petites îles. La montée du niveau de la mer et l'augmentation de la température de l'eau de la mer contribuera probablement à une accélération de l'érosion des plages, à la dégradation et au blanchiment des récifs coralliens (Tableau RT 2). De plus, la perte du patrimoine culturel suite à la submersion et aux inondations réduira l'aménité de ces régions pour nombre d'utilisateurs de la côte. Alors qu'un climat plus doux pourrait réduire le nombre de gens visitant les petites îles sous les basses latitudes, il pourrait avoir un effet contraire pour les îles de latitude moyenne à haute. Cependant, les coupures d'eau et l'incidence croissante des maladies à vecteurs pourraient aussi décourager les touristes [16.4.6].

Il y a une préoccupation croissante que les changements climatiques mondiaux aient un impact probable sur la santé publique, principalement de façon dommageable (confiance moyenne).

De nombreuses petites îles se trouvent dans des zones tropicales ou subtropicales où le climat est favorable à la

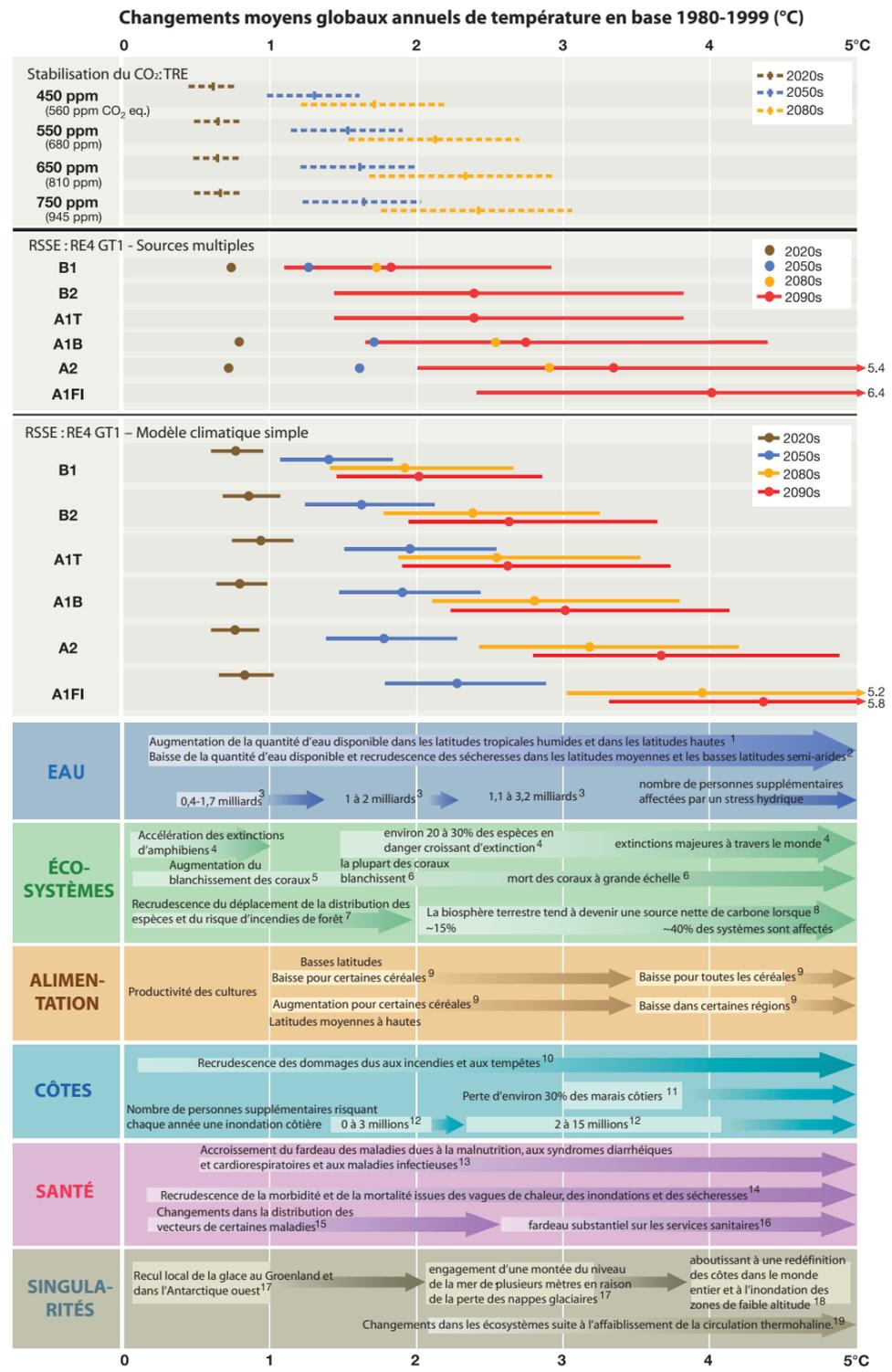


Tableau RT.3. Exemples d'impacts globaux projetés pour les changements climatiques (et le niveau de la mer et le CO₂ atmosphérique lorsque ces données sont pertinentes) associées avec différentes hausses de la température moyenne mondiale de surface au XXI^e siècle [T 20. 8]. Ceci est une sélection de certaines estimations qui sont disponibles actuellement. Toutes les entrées proviennent d'études publiées dans les chapitres des (suite sous le tableau RT 4)

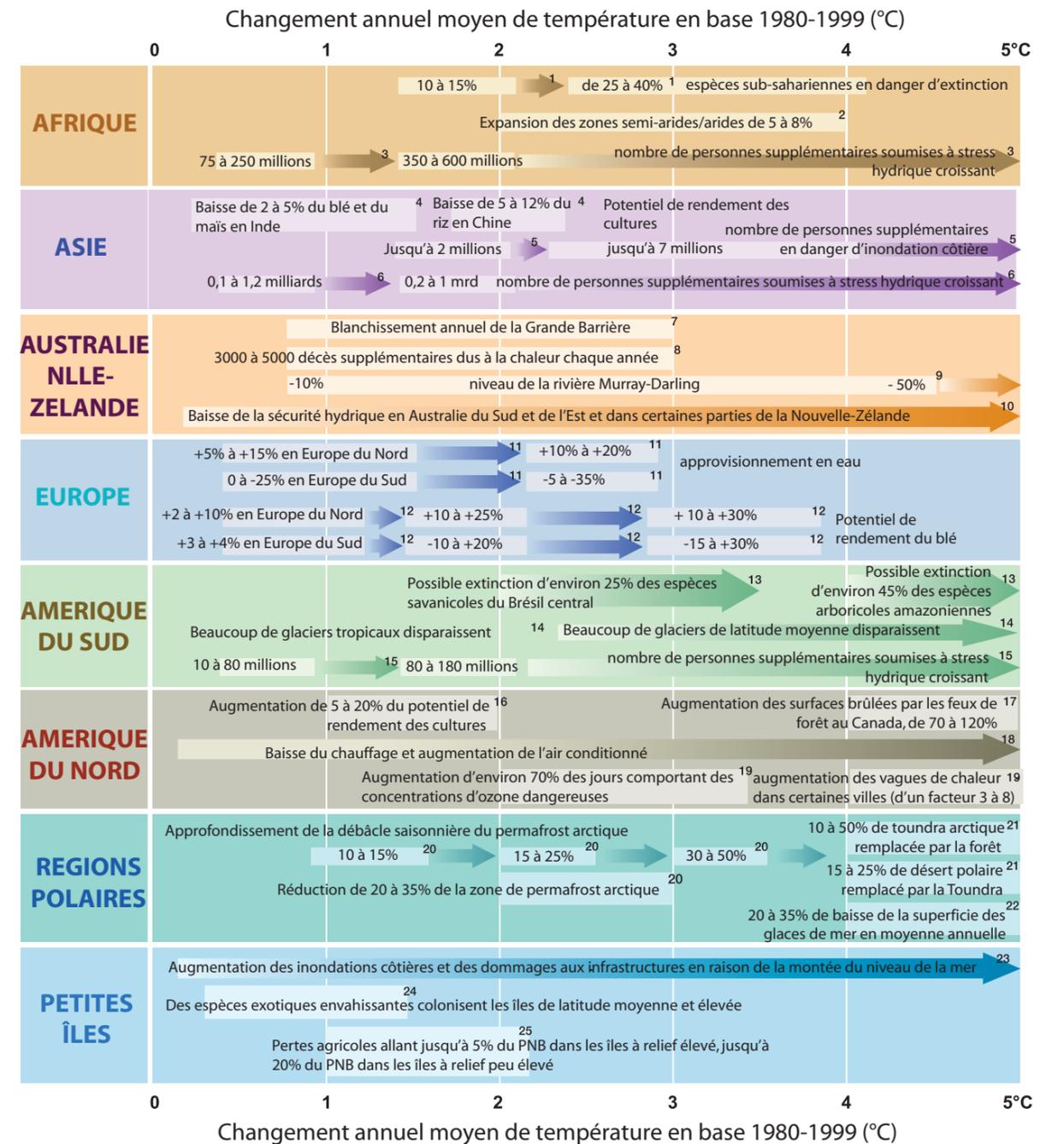


Tableau RT. 4. Exemples d'impacts régionaux [T20.9]. Voir la légende du Tableau RT.3 ci-contre et ci-dessous.

(Tableau RT 3 - suite)

Evaluations. Les bordures des encarts et la localisation du texte indiquent l'amplitude du changement de température à laquelle les impacts sont reliés. Les flèches entre les encarts indiquent des niveaux croissants d'impacts entre les estimations. D'autres flèches indiquent les tendances dans les impacts. Toutes les entrées relatives au stress hydrique et aux inondations représentent l'impact additionnel dû au changement climatique par rapport aux conditions projetées à travers la série de scénarios RSSE A1FI, A2, B1 et B2. L'adaptation aux changements climatiques n'a pas été prise en compte dans ces estimations. Pour les extinctions, « majeures » signifie ~40% à ~70% des espèces prises en compte.

Le tableau illustre aussi les changements de température mondiaux pour des périodes choisies, en base 1980-1999, projetées pour les scénarios RSSE et les scénarios de stabilisation. Pour exprimer la variation de température par rapport à 1850-1899, ajoutez 0,5°C. Pour plus de détails, (suite sous le tableau RT 5)

Phénomènes ^a et orientation de la tendance	Probabilité des futures tendances, sur la base des projections des scénarios du RSSE pour le XXI ^e siècle	Exemples de projections des principaux impacts, secteur par secteur			
		Agriculture, sylviculture et écosystèmes	Ressources en eau	Santé publique	Industrie, établissements humains et sociétés
Dans presque toutes les régions terrestres, journées plus chaudes et moins de nuits et de journées froides, journées et nuits chaudes plus fréquentes	Pratiquement certain ^b	Récoltes en augmentation dans un environnement plus froid ; récoltes en diminution dans un environnement plus chaud ; recrudescence des invasions d'insectes [5.8.1, 4.4.5]	Ressources en eau dépendant de la fonte des neiges: effet sur certains systèmes d'approvisionnement en eau [3.4.1, 3.5.1]	Mortalité humaine en diminution en raison d'une moindre exposition au froid [8.4.1, T8.3]	Demande énergétique réduite pour le chauffage; augmentation de la demande en climatisation; dégradation de la qualité de l'air dans les villes; moins d'interruptions dans les transports dues à la neige et au verglas; conséquences sur le tourisme hivernal [7.4.2, 14.4.8, 15.7.1]
Périodes de chaleur/canicules. Fréquence accrue dans presque toutes les régions terrestres	Très probable	Récoltes en diminution dans des régions plus chaudes en raison de stress thermique; danger accru de feux de forêt [5.8.1, 5.4.5, 4.4.3, 4.4.4]	Augmentation de la demande en eau; problèmes liés à la qualité de l'eau (invasion d'algues, p.ex.) [3.4.2, 3.5.1, 3.4.4]	Risque accru de mortalité due à la chaleur; en particulier les personnes âgées, les malades chroniques, les jeunes enfants et les exclus [8.4.2, T8.3, 8.4.1]	Dégradation de la qualité de vie des personnes habitant des régions chaudes dans des conditions inadéquates; effets sur les personnes âgées, les jeunes enfants et les démunis [7.4.2, 8.2.1]
Fortes précipitations. Fréquence accrue dans presque toutes les régions terrestres	Très probable	Dégâts aux cultures; érosion des sols; impossibilité de cultiver la terre en raison de terrains détrempés [5.4.2]	Effets néfastes sur la qualité des eaux de surface et souterraines; contamination des sources aquifères; le stress hydrique pourrait s'alléger [3.4.4]	Risque accru de mortalité, d'accidents et maladies infectieuses des voies respiratoires et de la peau [8.2.2, 11.4.11]	Dysfonctionnement des établissements humains, des commerces, des transports et des communautés; cause d'inondations; pressions sur les infrastructures urbaines et rurales; pertes de biens [T7.4, 7.4.2]
Augmentation des régions touchées par les sécheresses	Probable	Dégradation des sols; diminution des récoltes/récoltes endommagées et pertes des récoltes; mort du cheptel; danger accru d'incendies [5.8.1, 5.4, 4.4.4]	Stress hydrique plus répandu [3.5.1]	Risque accru de pénurie d'aliments et d'eau; risque accru de malnutrition; risque accru de maladies liées à l'eau et aux aliments [5.4.7, 8.2.3, 8.2.5]	Pénurie d'eau pour les établissements humains, l'industrie et les communautés; diminution de la production hydroélectrique; réduction du potentiel hydroélectrique; possibilités de phénomènes migratoires de populations [T7.4, 7.4, 7.1.3]

Tableau RT. 5 - Exemples d'effets potentiels du changement climatique dus à des événements météorologiques et climatiques extrêmes. Basés sur des projections portant sur la deuxième moitié du XXI^e siècle. Les changements ou l'évolution de la capacité d'adaptation ne sont pas pris en compte. Des exemples détaillés point par point se trouvent dans l'Évaluation (voir la source en haut des colonnes). Les deux premières colonnes du Tableau (colorées en jaune) sont directement tirées du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail I (Tableau RID-2). La probabilité des estimations de la colonne 2 concerne les phénomènes énumérés dans la colonne 1. La direction de la tendance et la probabilité des phénomènes se rapportent aux projections du changement climatique du RSSE.

Phénomènes ^a et orientation de la tendance	Probabilité des futures tendances, sur la base des projections des scénarios du RSSE pour le XXI ^e siècle	Exemples de projections des principaux impacts, secteur par secteur			
		Agriculture, sylviculture et écosystèmes	Ressources en eau	Santé publique	Industrie, établissements humains et sociétés
Augmentation de l'intensité des cyclones tropicaux	Probable	Dégâts causés aux récoltes; arbres déracinés par le vent; dégâts causés aux récifs coralliens [5.4.5, 16.4.3]	Pannes de courant provoquant des coupures d'eau chez les utilisateurs [7.4.2]	Risque accru de mortalité, d'accidents et de maladies liées à l'eau et aux aliments; chocs post-traumatiques [8.2.2, 8.4.2, 16.4.5]	Dérèglements dus aux inondations et aux vents tempétueux; résiliation des contrats d'assurances des risques dans les zones vulnérables par des assureurs privés; possibilités de phénomènes migratoires des populations; pertes de biens. [7.4.1, 7.4.2, 7.1.3]
Augmentation des effets d'une montée extrême du niveau de la mer (à l'exception des tsunamis) ^c	Probable ^d	Salinisation des eaux d'irrigation, des estuaires et des systèmes d'eau douce [3.4.2, 3.4.4, 10.4.2]	Diminution d'eaux douces due à l'intrusion d'eau salée [3.4.2, 3.4.4]	Risque accru de décès et d'accidents par noyade lors d'inondations; effets sur la santé liés à la migration [6.4.2, 8.2.2, 8.4.2]	Coût de la protection côtière opposé aux coûts d'une réaffectation des terres; possibilités de déplacement de la population et des infrastructures; voir ci-dessus la question des cyclones tropicaux [7.4.2]

- a Pour plus de détails concernant les définitions, voir le quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail I, Tableau 3.7.
- b Journées et nuits extrêmement chaudes chaque année.
- c Le niveau maximum des mers dépend du niveau de la mer moyen et des systèmes météorologiques régionaux. Il est défini comme le 1% des relevés du niveau de la mer effectués par une station sur une base horaire.
- d D'après les projections de tous les scénarios, le niveau global moyen du niveau de la mer pour l'année 2100 sera supérieur à celui de la période de référence. [Quatrième Rapport d'évaluation du Groupe de travail I 10.6]. Les effets de l'évolution des systèmes météorologiques régionaux sur les extrêmes du niveau de la mer ne sont pas pris en compte.

(Tableaux RT.3 et RT.4 - fin)

reportez-vous au chapitre 2 [Encart 2.8]. Les estimations portent sur les années 2020, 2050 et 2080, (les périodes de références utilisées par le Centre de distribution des données du GIEC et par conséquent dans beaucoup d'études d'impact) et pour les années 2090. Les projections basées sur le RSSE figurent avec deux approches distinctes. Panneau du milieu : projections du RD GTI RE4 basées sur de multiples sources. Les meilleures estimations sont basées sur les MCGAO (points de couleur). Les marges d'incertitude, disponibles seulement pour les années 2090, sont basées sur les modèles, sur les limites issues de l'observation et sur le jugement des experts. Panneau du bas : meilleures estimations et marges d'incertitude basées sur un modèle climatique simple (MCS), toujours pour le GTIRE4 (Chapitre 10). Panneau du haut : meilleures estimations et marges d'incertitude pour quatre scénarios de stabilisation du CO₂ à l'aide d'un MCS. Les résultats sont ceux du TRE parce qu'aucune projection comparable n'est disponible pour le XXI^e siècle dans le QRE. Cependant, les estimations du réchauffement à l'équilibre sont relevées dans le GTIRE4 pour la stabilisation des équivalents-CO₂. A relever que les températures à l'équilibre ne seraient pas atteintes avant des décennies ou des siècles après la stabilisation des gaz à effet de serre.

Sources du Tableau RT. 3. Sources: 1,3.4.1; 2,3.4.1,3.4.3; 3,3.5.1; 4,4.4.11; 5,4.4.9,4.4.11,6.2.5,6.4.1; 6,4.4.9,4.4.11, 6.4.1; 7,4.2,4.4.1,4.4.4 à 4.4.6,4.4.10; 8,4.4.1, 4.4.11;9,5.4.2; 10,6.3.2,6.4.1,6.4.2; 11,6.4.1; 12,6.4.2; 13,8.4.8,7; 14,8.2,8.4.8,7; 15,8.2,8.4.8,7; 16,8.6.1; 17,19.3.1; 18,19.3.1,19.3.5; 19,19.3.5 Sources du Tableau RT. 4 : 1,9.4.5;2,9.4.4;3,9.4.1;4,10.4.1;5,6.4.2;6, 10.4.2;7, 11.6;8, 11.4.12;9, 11.4.1,11.4.12; 10,11.4.1,11.4.12; 11, 12.4.1; 12, 12.4.7; 13,13.4.1; 14,13.2.4; 15,13.4.3; 16,14.4.4; 17,5.4.5,14.4.4; 18,14.4.8; 19, 14.4.5;20, 15.3.4,21, 15.4.2;22, 15.3.3;23, 16.4.7; 24, 16.4.4;25, 16.4.3

transmission de maladies comme la malaria, la dengue, le ver filaire, la schistosomiase et les maladies liées à l'eau et à l'alimentation. Les invasions de maladies sensibles au climat peuvent être coûteuses en termes économiques et en termes de vies perdues. L'augmentation de la température et la baisse de l'accès à l'eau en raison des changements climatiques augmenteront probablement la charge des maladies diarrhéiques et des autres maladies infectieuses dans certains petits Etats insulaires [16.4.5].

RT.4.3. L'ampleur de l'impact selon l'importance du changement climatique

L'ampleur de l'impact peut dorénavant faire l'objet d'une estimation plus systématique pour une série de hausses possibles de la température moyenne mondiale.

Depuis la troisième Evaluation du GIEC, de nombreuses études ont été publiées, particulièrement dans les régions qui auparavant n'avaient fait l'objet que de peu de recherches, et elles ont permis une compréhension plus systématique du déroulement et de l'ampleur des impacts tels qu'ils seront déterminés par les changements climatiques et par le niveau de la mer associés avec le chiffrage et le rythme de l'augmentation de la température moyenne mondiale.

Des exemples de ces nouvelles informations figurent dans les Tableaux RT.3 et RT.4. Les entrées ont été choisies en fonction de leur pertinence, telle qu'elle a été jugée, pour les êtres humains et pour l'environnement et du fait qu'on possède une confiance au moins moyenne dans leur estimation. Toutes les entrées d'impact proviennent de chapitres de l'Evaluation, où on peut trouver une information plus détaillée. En fonction des circonstances, certains de ces impacts pourraient être mis en relation avec des « vulnérabilités-clés », basées sur un certain nombre de critères présents dans la littérature (ampleur, déroulement, persistance / réversibilité, potentiel d'adaptation, aspects distributionnels, probabilité et « importance » des impacts). L'estimation des vulnérabilités-clés potentielles a pour objectif de fournir des informations sur les niveaux et les rythmes de changements climatiques pour aider les décideurs politiques à mettre en place des réponses appropriées aux dangers liés au changement climatique [19. ES, 19.1].

RT.4.4 L'impact des extrêmes et de leurs variations

Il est très probable que les impacts augmenteront en raison de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes.

Depuis le troisième Rapport d'évaluation du GIEC, la confiance s'est renforcée en le fait que les phénomènes et les extrêmes météorologiques se feront plus fréquents, plus répandus ou plus intenses au cours du XXI^e siècle ; et on en sait plus sur les effets possibles de ces variations. Elles sont résumées dans le tableau RT.5

RT.4.5 Systèmes, secteurs et régions particulièrement touchés

Certains systèmes, certains secteurs et certaines régions seront probablement particulièrement touchés par le changement climatique.

Les systèmes et les secteurs sont les suivants :

- Certains écosystèmes, en particulier
 - o Terrestres : la toundra, la forêt boréale, la montagne, les écosystèmes de type méditerranéen ;
 - o Le long des côtes : les mangroves et les marais salants ;
 - o Dans les océans : les récifs coralliens et les biomes des glaces de mer. [4.ES, 4.4, 6.4]
- Le long des côtes de basse altitude, en raison de la menace que représente l'élévation du niveau de la mer. [6.ES].
- Les ressources en eau en altitude moyenne et dans les régions sèches de basse latitude, en raison de la baisse de la pluviométrie et d'une augmentation du rythme de l'évapotranspiration. [3.4]
- L'agriculture dans les régions de basse latitude, en raison d'un moindre accès aux ressources en eau. [5.4, 5.3]
- La santé humaine, en particulier dans les zones disposant d'une faible capacité d'adaptation. [8.3]

Les régions sont les suivantes :

- L'Arctique, à cause des hauts coefficients de réchauffement projetés sur les systèmes naturels. [15.3]

Tableau RT.6 (ci-contre) – Exemples des alternatives actuelles et potentielles pour l'adaptation au changement climatique des secteurs vulnérables. Toutes les entrées sont examinées dans des chapitres du quatrième Rapport d'évaluation. Il est à relever que selon les écosystèmes, des réponses adaptatives génériques plutôt que spécifiques sont nécessaires. Des stratégies de planification génériques amélioreraient la capacité à l'adaptation naturelle. Un exemple de stratégies de ce type: l'amélioration des corridors de réserves naturelles, y compris à travers diverses altitudes dans les zones protégées [5.5, 3.5, 6.5, 7.5, T6.5].

	Produits alimentaires, fibreux et forestiers	Ressources en eau	Santé humaine	Industrie, établissements et société
Assèchement / sécheresse	Cultures : développement de nouvelles variétés résistant à la sécheresse; pluriculture; utilisation des résidus; gestion des mauvaises herbes; irrigation et agriculture hydroponique; exploitation de l'eau. Elevage : additifs nutritionnels; modification de l'accroissement du cheptel; pâtures alternées et rotatives. Société : amélioration des services d'extension, soulagement du fardeau de la dette, diversification des sources de revenus.	Réduction des fuites Gestion de la demande à l'aide d'instruments de mesure et d'ajustement des prix. Conservation de l'humidité du sol, p.ex. par paillage. Désalinisation de l'eau de mer. Conservation de l'eau souterraine par recharge artificielle. Education à l'utilisation durable de l'eau.	Stockage et provisions de grain dans les stations d'alimentation d'urgence Adduction d'eau potable sûre et assainissement. Renforcement des institutions et systèmes de santé publique. Accès aux marchés alimentaires mondiaux	Amélioration des capacités d'adaptation, particulièrement pour les modes de vie. Intégration du changement climatique dans les programmes de développement. Amélioration des systèmes d'adduction d'eau et coordination entre juridictions
Augmentation des précipitations / Inondations	Cultures : polders et améliorations du drainage; développement et promotion de cultures alternatives; ajustement du déroulement des semences et des moissons; systèmes agricoles flottants. Société : amélioration des services d'extension	Implantation améliorée de mesures de protection y compris la prévision des inondations et les alarmes correspondantes, régulation à l'aide d'une législation de planification et de plans d'affectation; promotion des assurances; déménagement des structures vulnérables	Mesures structurelles et non structurelles. Systèmes d'alerte précoce; planification de la préparation aux catastrophes naturelles; secours efficaces post-catastrophes	Amélioration des infrastructures de protection contre les inondations Constructions « à l'épreuve de l'eau ». Modifications de l'allocation des sols dans les zones à haut risque. Réalignement géré et conception de bassins de rétention dans la planification des dangers d'inondation; alarmes à l'inondation. Délégation de pouvoir aux institutions des communautés humaines
Réchauffement / Vagues de chaleur	Cultures : développement de nouvelles variétés résistant à la chaleur; modification du déroulement des activités agricoles; contrôle et surveillance des nuisibles. Elevage : fourniture d'ombrage et d'étables; changement de races en faveur de celles qui supportent la chaleur. Foresterie : gestion des incendies à l'aide de cellules de surveillance, de planification paysagère, de nettoyage du bois mort et du sous-bois. Contrôle des insectes par le feu, utilisation de pesticides non-chimiques. Société : diversification des revenus	Gestion de la demande à l'aide d'instruments de mesure et d'ajustement des prix. Education à l'utilisation durable de l'eau.	Systèmes internationaux de surveillance de la survenue d'épidémies. Renforcement des institutions et systèmes de santé publique. Systèmes nationaux et régionaux d'alertes à la canicule. Mesures pour réduire les effets des îlots de chaleur urbaine à l'aide de la création d'espaces verts. Modification des modes d'habillement et d'activités; absorption de davantage de liquide.	Programmes d'assistance pour les groupes les plus vulnérables. Amélioration des capacités d'adaptation. Evolution technologique.
Vitesse du vent / Prévalence des épisodes tempétueux	Cultures : développement de cultures résistant au vent (par exemple la vanille)	Conception et construction de défenses côtières pour endiguer la contamination de l'eau douce.	Mesures structurelles et non structurelles. Systèmes d'alerte précoce; planification de la préparation aux catastrophes naturelles; secours efficaces post-catastrophes	Préparation aux situations d'urgence, y compris les systèmes d'alerte précoces. Options de gestion du risque infrastructurel et financier plus résilientes aussi bien pour les pays industrialisés que pour les pays en voie de développement.

- L'Afrique, en particulier la région sub-saharienne, en raison de sa faible capacité d'adaptation et du changement climatique. [9.ES, 9.5]
- Les petites îles, en raison de l'importance de l'exposition de la population et des infrastructures au risque représenté par l'élévation des eaux de la mer, et en raison de la survenue de tempêtes plus fréquentes. [16.1, 16.2]
- Les méga-deltas asiatiques, tels celui du Brahmapoutre / Gange ou celui du Zhejiang, en raison de leur importante population et de l'importante exposition de la population et des infrastructures au risque représenté par l'élévation des eaux de la mer, de la survenue de tempêtes et aux inondations fluviales [T10.9, 10.6].

Dans les autres régions, certaines personnes, même celles

qui disposent de revenus élevés, peuvent courir un danger particulier (par exemple les pauvres, les jeunes enfants et les personnes âgées), de même que certaines zones et certaines activités. [7.1, 7.2, 7.4]

RT.4.6 Événements générant des impacts importants

Certains événements climatiques de grande échelle pourraient avoir des conséquences très importantes, surtout après le XXI^e siècle.

Une montée très importante du niveau de la mer qui serait le résultat d'une déglaciation répandue sur une superficie importante de l'inlandsis Groenlandais et sur la nappe glaciaire ouest-antarctique impliquerait des modifications majeures des côtes et des écosystèmes, et la submersion des zones de faible altitude, les effets les plus marquants

Encart RT.7 - Capacité d'adaptation à de multiples facteurs de pression en Inde

La capacité à s'adapter au changement climatique n'est pas distribuée également au sein des nations. En Inde, par exemple, le changement climatique et la libéralisation du commerce ont modifié le contexte de la production agricole. Certains agriculteurs sont capables de s'adapter à ces nouvelles conditions, y compris des événements isolés comme des sécheresses et des modifications brutales des prix des matières premières agricoles, alors que d'autres ne le peuvent pas. Identifier les zones dans

lesquelles les deux processus auront probablement des conséquences dommageables est la première étape dans l'identification des alternatives et des contraintes pour l'adaptation à ces nouvelles conditions [17.3.2].

La figure RT. 17 montre la vulnérabilité régionale au changement climatique, mesurée comme un composite de la capacité d'adaptation et de la sensibilité climatique lors de l'exposition à un changement climatique. Le hachurage double indique les zones qui sont doublement exposées par une vulnérabilité importante au changement climatique et par une haute vulnérabilité à la libéralisation du commerce. Le résultat de cette cartographie montre que les hauts degrés de résilience se concentrent dans les États situés le long de la plaine Indo-Gangétique (à l'exception de l'État du Bihâr), dans le sud et dans l'est, et qu'une résilience plus basse est présente dans l'intérieur du pays, en particulier dans les États de Bihâr, Rajasthan, Madhya Pradesh, Maharashtra, Andhra Pradesh et Karnataka [17.3.2].

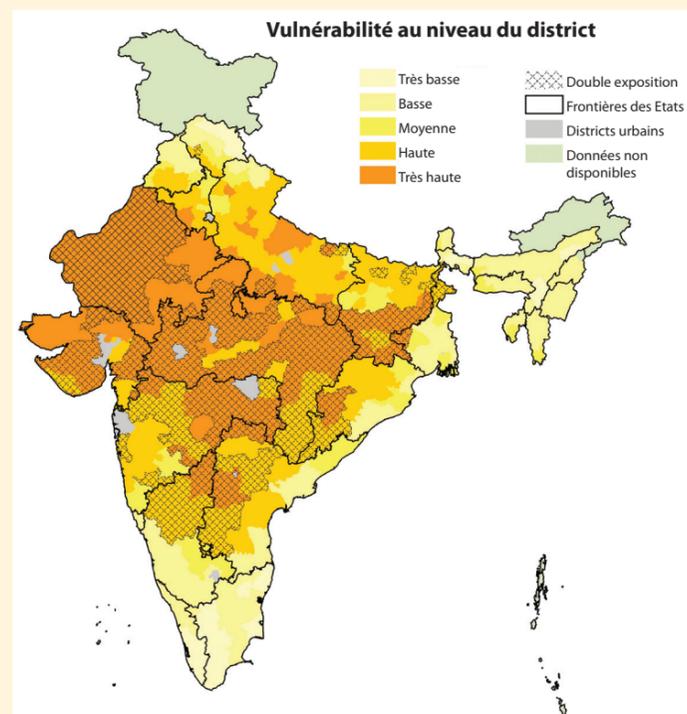


Figure RT. 1. 7 Les États de l'Inde qui sont aux premiers rangs pour (a) la vulnérabilité au changement climatique et (b) la concurrence des importations associées à la mondialisation de l'économie, sont considérés comme doublement exposés (hachurés) [F 7.2]

se faisant sentir dans les deltas des cours d'eau. Les déplacements de population, d'activités économiques et d'infrastructures seraient coûteux et engendreraient de grandes difficultés. On peut dire avec une confiance moyenne qu'un dégel au moins partiel de la nappe glaciaire du Groenland, et un dégel possible de la nappe glaciaire ouest-antarctique, se produira au cours d'une période allant de quelques siècles à plusieurs millénaires si la température globale moyenne augmentait de 1° à 4°C (par rapport à la période 1990-220) et aboutira sur une élévation du niveau de la mer de 4 à 6 m ou plus. La fonte intégrale de l'inlandsis Groenlandais et de celui de l'Antarctique ouest aboutirait à un déversement provoquant une montée du niveau de la mer allant jusqu'à 7, respectivement 5 mètres. [GTI RE4 6.4, 10.7; GTII AR4 19.3]

Sur la base des résultats des modèles climatiques, il est très peu probable que la circulation thermohaline de l'Atlantique Nord subisse une transition brusque importante au cours du XXI^e siècle. Le ralentissement de la CTH est très probable ; néanmoins, les températures des zones atlantique et européenne augmenteront selon les projections, en raison du réchauffement global. Les impacts de changements à grande échelle persistants dans la CTH comprendront probablement des modifications dans la productivité des écosystèmes marins, dans l'absorption de CO₂ par les océans, dans les concentrations d'oxygène océanique et dans la végétation terrestre. [WGIAR4 10.3, 10.7; WGII AR4 12.6, 19.3].

RT.4.7 Estimation des coûts du changement climatique

Les impacts de changements climatiques non atténués varieront de région en région. Mis ensemble et en termes réels, ils imposeront très probablement des coûts, même si les estimations spécifiques sont incertaines et doivent donc être interprétées prudemment. Ces coûts augmenteront probablement au cours du temps.

La présente estimation (v. Tableaux RT.3 et RT.4) affirme sans ambiguïté que les impacts des changements climatiques à venir seront divers de région à région. Pour une hausse de température de moins de 1° à 3°C au-dessus du niveau de 1990, certains impacts projetés auront des retombées positives dans certains endroits et pour certains secteurs, et généreront des coûts à d'autres endroits et pour d'autres secteurs. Il est cependant projeté

que certaines régions de basse latitude et certaines régions polaires auront à supporter des coûts nets même pour des hausses de température limitées. Il est très probable que toutes les régions subiront soit un déclin de leurs profits nets soit une augmentation de leurs coûts nets par suite d'une hausse de température plus importante que 2° à 3°C [9.ES, 9.5, 10.6, T10.9, 15.3, 15.ES]. Ces observations fondent les preuves relevées dans la troisième Estimation selon lesquelles, tandis que dans les pays développés on s'attend à des pertes relatives plus importantes (en pourcentage), les pertes moyennes mondiales pourraient s'élever à 1-5% du PNB pour un réchauffement de 4°C [F20.3]

Beaucoup d'estimations des coûts agrégés nets des dommages issus du changement climatique autour du globe (c'est-à-dire le coût social du carbone – CSC – exprimé en termes d'avantages futurs nets et de coûts en termes réels) ont été publiées. Des estimations soumises au jugement de pairs chiffrent le CSC en 2005 en moyenne à 43 dollars par tonne de carbone (c'est-à-dire environ 12 dollars par tonne de CO₂) mais la répartition est grande autour de cette moyenne. Par exemple, dans une enquête comparant 100 estimations, les valeurs allaient de -10 dollars par tonne de carbone (-3 dollars par tonne de CO₂) à 350 dollars par tonne de carbone (95 dollars par tonne de CO₂) [20.6].

La large répartition des chiffres du CSC est due en grande partie aux différences de postulats à propos de la sensibilité climatique, aux temps de réponse, au traitement du risque et de l'équité, aux impacts économiques et non économiques, à l'intégration des possibles pertes à la suite de catastrophes, et aux taux d'actualisation. Il est très probable que les chiffres additionnés au niveau mondial sous-estiment les coûts des dommages car ils ne peuvent pas intégrer beaucoup d'impacts non quantifiables. Pris dans son ensemble, l'éventail des preuves publiées indique que les coûts nets des dommages dus au changement climatique seront probablement significatifs et augmenteront probablement avec le temps. [T20.3, 20.6, F20.4]

Il est pratiquement certain que les estimations totales des coûts masquent des différences significatives entre les impacts sur les différents secteurs, régions, pays, et populations. Dans certains endroits et parmi certains groupes de population montrant une exposition élevée, une sensibilité haute et/ou une capacité d'adaptation limitée,

Echelle	Adaptation / atténuation	Atténuation / adaptation	Décisions parallèles affectant l'adaptation et l'atténuation	Pondération des intérêts et synergies entre l'adaptation et l'atténuation
Globale / politique	La prise de conscience des limites de l'adaptation motive l'atténuation, par exemple le lobbying politique des ONGE.	Le commerce de CDM fournit des fonds pour l'adaptation via les surcharges	Allocation de fonds issus des AME ou du Fonds spécial pour les changements climatiques	Estimation des coûts et des avantages dans l'adaptation et l'atténuation dans l'établissement d'objectifs pour la stabilisation
Régionale / stratégie naturelle / Planification sectorielle	La planification de la gestion des eaux (par exemple énergie hydroélectrique) et la couverture des sols affectent les émissions de gaz à effet de serre	Les taxes sur les produits pétroliers augmentent le coût de l'adaptation en raison de coûts énergétiques supérieurs	Les capacités nationales, par exemple l'autoévaluation, soutiennent l'intégration de l'adaptation et de l'atténuation dans les politiques publiques.	Tests de la sensibilité des projets aux politiques d'atténuation, aux coûts sociaux du carbone et des impacts climatiques
Locale / Communauté biophysique et actions individuelles	L'usage croissant de l'air conditionné (maisons, bureaux, transports) augmente les émissions de gaz à effets de serre.	Le captage de carbone par les communautés affecte les modes de vie	Les autorités de planification locale mettent en place des critères liés à l'adaptation et à l'atténuation dans la planification de l'affectation des sols	Estimation intégrée, par les entreprises, de l'exposition aux politiques d'atténuation du carbone et des impacts climatiques

Tableau RT. 7. Relations entre l'adaptation et l'atténuation [F 18.3]. ONGE = Organisation non gouvernementale environnementale; MDP = Mécanisme pour un développement propre. AME : Accord multilatéral sur l'environnement

les coûts nets seront significativement plus importants que l'addition globale [20.6, 20.ES, 7.4].

RT.5 Connaissances actuelles sur les réponses au changement climatique

RT.5.1 Adaptation

Une certaine adaptation aux changements climatiques observés et projetés a lieu actuellement, mais elle est très limitée.

On sait depuis longtemps que les sociétés savent s'adapter aux impacts de la météo et du climat à travers une série de pratiques qui comprennent la diversification des cultures, l'irrigation, la gestion de l'eau, la gestion du risque de catastrophes naturelles et les assurances. Mais le changement climatique fait peser des risques nouveaux qui sont souvent hors de la portée de l'expérience, comme les impacts liés aux sécheresses, aux vagues de chaleur, à l'accélération du recul des glaciers et à l'intensité des ouragans. [17.2.1]

On dispose de preuves croissantes depuis le TRE que les mesures d'adaptation qui prennent aussi en compte le changement climatique sont mises en place de façon limitée, aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. Ces mesures sont entreprises par toute une série d'acteurs publics et privés

par le biais de politiques, d'investissements dans les infrastructures et dans les technologies, et de changements de comportement.

Exemples d'adaptation aux changements climatiques observés :

- Drainage partiel du lac glaciaire Tsho Rolpa (Népal) ;
- Modifications des stratégies de choix de vie en réponse à la fonte du pergélisol par les Inuit au Nunavut (Canada) ;
- Usage croissant des installations de fabrication de neige artificielle par l'industrie du ski dans les Alpes (Europe, Australie, Amérique du Nord) ;
- Barrières côtières aux Maldives et aux Pays-Bas ;
- Gestion de l'eau en Australie ;
- Réponses gouvernementales aux vagues de chaleur, par exemple dans certains pays européens [7.6, 8.2, 8.6, 17.ES, 16.5, 1.5].

Cependant, toutes les adaptations documentées ont été imposées par les risques climatiques et impliquent des coûts réels et une réduction du niveau de vie comme première conséquence [17.2.3]. Ces exemples confirment aussi les observations des signaux climatiques attribuables, parmi les impacts du changement climatique.

Une série limitée mais croissante de mesures d'adaptation

considère aussi explicitement les scénarios des futurs changements climatiques. Parmi les exemples, la prise en compte de l'élévation du niveau de la mer dans la conception d'infrastructures comme le Pont de la Confédération au Canada et l'autoroute côtière en Micronésie, de même que dans les politiques de gestion côtière et les mesures prises pour endiguer les inondations, par exemple dans le Maine (Etats-Unis) et sur la barrière de la Tamise (Royaume-Uni) [17.2.2].

Les mesures adaptatives sont rarement entreprises en réponse aux seuls changements climatiques.

Beaucoup d'actions qui facilitent l'adaptation aux changements climatiques sont entreprises pour faire face à des événements extrêmes actuels tels les vagues de chaleur et les cyclones. Souvent, les initiatives d'adaptation planifiées ne sont pas entreprises pour elles-mêmes, en tant que mesures isolées, mais sont intégrées dans des initiatives sectorielles plus larges telles la planification des ressources en eau, la défense côtière, et les stratégies de réduction des risques [17.2.2, 17.3.3]. Parmi les exemples, la prise en considération des changements climatiques dans le Plan national de gestion des eaux du Bangladesh, et la conception d'infrastructures de protection contre les inondations et d'infrastructures résistant aux cyclones dans les îles Tonga [17.2.2].

L'adaptation sera nécessaire pour faire face aux impacts qui découlent du réchauffement qui est d'ores et déjà inévitable en raison des émissions du passé.

On estime que les émissions du passé impliquent un réchauffement inévitable (environ 0,6°C supplémentaire d'ici à la fin du siècle en base 1980-1999) même si les concentrations de l'atmosphère en gaz à effet de serre restent constantes au niveau de l'an 2000 (v. GTI RE4). Pour certains impacts, l'adaptation est la seule réponse appropriée. On trouvera un aperçu de ces impacts dans les tableaux RT.3 et RT.4.

Beaucoup d'adaptations peuvent être mises en place à peu de frais, mais une estimation exhaustive des coûts et des avantages de l'adaptation manque actuellement.

On trouve un nombre croissant d'estimations coûts-avantages au niveau des projets régionaux pour l'élévation du niveau de la mer, l'agriculture, la demande énergétique pour le chauffage et le refroidissement, la gestion des ressources en eau, et les infrastructures. Ces études identifient un certain nombre de mesures qui peuvent être mises en place à peu de frais ou avec un rapport avantage-coût élevé. Cependant, certaines adaptations

communes pourraient comporter des externalités sociales et environnementales. Les adaptations aux vagues de chaleur, par exemple, ont abouti sur un accroissement de la demande en installations de climatisation gourmandes en énergie [17.2.3].

Des estimations limitées sont aussi disponibles pour ce qui concerne les coûts d'adaptation au niveau mondial à l'élévation du niveau de la mer, et les dépenses énergétiques relatives au chauffage et à la climatisation des espaces. On dispose aussi d'estimations des avantages d'une adaptation mondiale pour le secteur agricole, bien que cette littérature ne s'intéresse pas explicitement aux coûts de l'adaptation. Des estimations complètes et multisectorielles des coûts et des avantages de l'adaptation au niveau mondial manquent encore [17.2.3].

La capacité d'adaptation est inégalement répartie dans et entre les sociétés.

Il y a des individus et des groupes qui, au sein des sociétés, disposent d'une capacité d'adaptation insuffisante pour s'adapter au changement climatique. Par exemple, les femmes qui travaillent au sein d'une agriculture de subsistance supportent un poids disproportionné dû aux coûts de réparation et de survie en cas de sécheresse en Afrique australe [17.3.2].

La capacité d'adaptation est dynamique et influencée par les ressources économiques et naturelles, par les ressources sociales, les réseaux sociaux, les rôles sociaux, les institutions et la gouvernance, les ressources humaines et la technologie [17.3.3]. Par exemple, des recherches sur la préparation à la survenue d'ouragans dans les Caraïbes ont démontré qu'une législation appropriée est la condition préalable indispensable à la mise en place d'adaptation aux futurs changements climatiques [17.3].

De multiples facteurs de pression liés au VIH/SIDA, à la dégradation des terres, aux tendances à la mondialisation de l'économie, aux barrières commerciales et aux conflits violents affectent l'exposition aux risques climatiques et à la capacité d'adaptation. Par exemple, les communautés agricoles en Inde sont exposées à des impacts liés à la compétition à l'importation et à une baisse des prix s'ajoutant aux risques climatiques ; et les écosystèmes marins surexploités par les pêcheries mondiales se sont montrés moins résilients à la variabilité et au changement climatique (v. Encart RT. 7) [17.3.3].

Une capacité d'adaptation importante ne se traduit pas nécessairement par des actions qui réduisent la vulnérabilité. Par exemple, malgré leur importante capacité à s'adapter au stress thermique par l'intermédiaire

Principaux systèmes ou groupes à risque	Critère premier de « vulnérabilité-clé »	Augmentation moyenne de la température mondiale par rapport à 1990					
		0 °C	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C
Systèmes sociaux à l'échelle mondiale							
Alimentation	Distribution, ampleur	Baisse de la productivité céréalière aux basses latitudes. ** Hausse de la productivité de certaines céréales aux latitudes moyennes à élevées**		La productivité céréalière baisse dans certaines régions de latitude moyenne à élevée. **			
		Le potentiel mondial de production monte jusqu'à 3°C, baisse au-delà • a					
Impacts et distribution agrégée sur le marché	Ampleur, distribution	Avantages nets dans de nombreuses régions de hautes latitudes ; coûts nets dans de nombreuses régions en basse latitude • b		Les avantages baissent, tandis que les coûts augmentent. Coût global net • b			
Systèmes régionaux							
Petites îles	Irréversibilité, ampleur, distribution, faible capacité d'adaptation	Recrudescence des inondations côtières et des dommages aux infrastructures en raison de l'élévation du niveau de la mer. **					
Communautés indigènes, indigènes ou isolées	Irréversibilité, distribution, déroulement, faible capacité adaptative	Certaines communautés sont d'ores et déjà affectées ** c	Le changement climatique et l'élévation du niveau de la mer s'ajoutent aux autres facteurs de tension. ** Les communautés situées dans les zones côtières de basse altitude et dans des zones arides sont spécialement menacées. ** d				
Systèmes biologiques à l'échelle mondiale							
Ecosystèmes terrestres et biodiversité	Irréversibilité, ampleur, faible capacité adaptative, persistance, rythme du changement, fiabilité	Beaucoup d'écosystèmes sont déjà affectés. ***	env. 20-30% des espèces en risque croissant d'extinction •		Extinctions massives à l'échelle du globe		
		Tendance de la biosphère terrestre à devenir une source de carbone nette					
Ecosystèmes marins et biodiversité	Irréversibilité, ampleur, faible capacité adaptative, persistance, rythme du changement, fiabilité	Recrudescence du blanchissement des coraux. **	La plupart des coraux ont blanchi. **	Mort des coraux à grande échelle. **			

Principaux systèmes ou groupes à risque	Critère premier de « vulnérabilité-clé »	Augmentation moyenne de la température mondiale par rapport à 1990					
		0 °C	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C
Systèmes géophysiques							
Inlandsis Groenlandais	Ampleur, irréversibilité, faible capacité adaptative, fiabilité	Déglaciation localisée (déjà observée en raison du réchauffement local), l'étendue augmenterait avec la température. *** e		Engagement vers une déglaciation très répandue ** ou quasi totale **, montée du niveau de la mer de 2 à 7 m au cours des siècles ou des millénaires. *		déglaciation quasi totale ** e	
Circulation thermohaline	Ampleur, persistance, distribution, déroulement, capacité adaptative, fiabilité	Variations comprenant un affaiblissement régional (déjà observé mais aucune tendance identifiée) f		Affaiblissement considérable. ** Engagement à un changement persistant à grande échelle comprenant un possible refroidissement dans les régions de haute latitudes septentrionales près du Groenland et de l'Europe du nord-ouest •, très dépendant du rythme du changement climatique.			
Risque issu des événements extrêmes							
Intensité des cyclones tropicaux	Ampleur, déroulement, distribution	Augmentation de la prévalence des tempêtes de catégories 4-5 */**, aux impacts exacerbés par l'élévation du niveau de la mer		Poursuite de l'intensification des cyclones tropicaux */**			
Sécheresse	Ampleur, déroulement	Recrudescence des sécheresses extrêmes, de 1 à 30% des zones terrestres (scénario A2) * i Régions de latitude moyenne sévèrement affectées par une migration des modes annulaires d'oscillation des pressions atmosphériques ** j					

Tableau RT. 8. Tableau de vulnérabilités-clés sélectionnées. Les vulnérabilités-clés vont de celles qui sont associées aux systèmes de société, pour lesquelles le potentiel adaptatif est le plus important, à celles qui sont associées aux systèmes biophysiques, qui bénéficieront probablement de la capacité d'adaptation la moins importante. Le potentiel adaptatif pour les vulnérabilités-clés issues d'événements extrêmes est associé aux systèmes affectés, dont la plupart sont de type socio-économique. Lorsqu'elles sont disponibles, des informations figurent sur la possible variation des impacts en cas d'augmentation plus importante des températures moyennes mondiales. Toutes les augmentations de température sont en base 1990. La plupart des impacts sont issus de changements climatiques, météorologiques et / ou du niveau de la mer, non de la température seule. Dans de nombreux cas, les impacts du changement climatique sont marginaux ou synergiques avec d'autres facteurs de tension existants et parfois incertains. Les critères pour l'établissement des vulnérabilités-clés sont décrits dans la section RT.5.3. Pour plus de détails, voir le texte correspondant dans le chapitre 19. Clés des symboles de confiance : *** confiance très élevée, ** confiance élevée, * confiance moyenne, • confiance basse. Les sources de la colonne de gauche se trouvent dans le T19.1. Les sources de la colonne de droite se trouvent dans le T19.1, et aussi dans les Tableaux RT. 3 et RT.4, à l'exception de: a: 5.4.2, 5.6; b: 20.6, 20.7; c: 1.3, 11.4.8, 14.2.3, 15.4.5; d: 3.4, 6.4, 11.4; e: 19.3.5, T19.1; f: 19.3.5, 12.6; g: 1.3.2, 1.3.3, T19.1; h: GTI 10.3.6.1; i: GTI RE4 10.3.6.1; j: GTI RE4 10.3.5.6

de mesures d'adaptation relativement bon marché, les résidents des zones urbaines de certaines parties du monde, y compris les villes en Europe, continuent à vivre un niveau de mortalité élevé. Par exemple, le nombre élevé de décès dus à la canicule de 2003 en Europe ou le cyclone Katrina qui a touché la côte du golfe du Mexique et la Nouvelle-Orléans en 2005 et qui a causé la mort de plus d'un millier de personnes de même que des coûts économiques et sociaux très élevés [17.4.2].

Les possibilités d'adaptation sont nombreuses à l'heure actuelle, mais pour réduire la vulnérabilité au changement climatique futur il est impératif d'en élargir la fourchette. Il existe des obstacles, des limitations et des coûts, mais

ceux-ci ne sont pas parfaitement compris.

La liste des réponses adaptatives à disposition des sociétés humaines est très longue (v. Tableau RT. 6), allant des réponses purement technologiques (par exemple des défenses côtières) à des réponses comportementales (évolution des choix alimentaires et de loisirs), gestionnaires (modification des pratiques agricoles) et politiques (législation de la planification). Alors que la plupart des technologies et des stratégies sont connues et développées dans certains pays, la littérature faisant l'objet d'évaluations n'indique pas comment les diverses alternatives réalistes parviennent à limiter complètement les risques, particulièrement quand on postule les niveaux

de réchauffement les plus élevés et les impacts qui vont avec pour les groupes vulnérables.

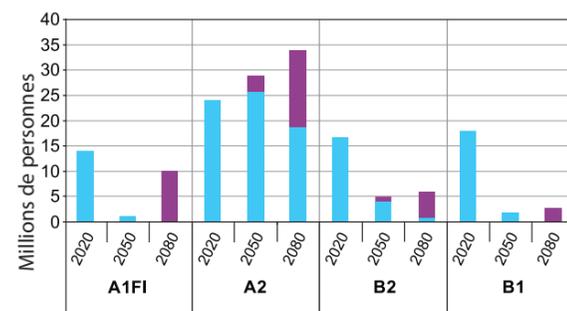


Figure RT. 18. Résultats d'une étude récente montrant le nombre de personnes en danger d'inondation côtière, à l'échelle mondiale, en 2080, exprimé en millions. Les barres bleues indiquent le nombre de personnes en danger sans, et les barres mauves avec une montée du niveau de la mer. [T6.6]

Bien qu'on puisse faire face à beaucoup des premiers impacts des changements climatiques par l'intermédiaire de l'adaptation, les alternatives disponibles pour aboutir à une adaptation couronnée de succès diminuent et les coûts associés augmentent avec le changement climatique. Aujourd'hui, nous n'avons pas un tableau très clair des limites de l'adaptation, ou de leur coût, en partie parce que l'efficacité des mesures d'adaptation dépend largement de facteurs de risque géographiques et climatiques spécifiques et des contraintes institutionnelles, politiques et financières [7.6, 17.2, 17.4]. D'importantes barrières s'opposent à la mise en place des adaptations : l'incapacité des systèmes naturels à s'adapter au rythme et à l'ampleur du changement climatique, de même que de colossales contraintes environnementales, économiques, informationnelles, sociales, comportementales et liées à l'attitude. Nos connaissances présentent en outre des lacunes significatives dans la compréhension de l'adaptation, et des barrières s'opposent à la transmission du savoir et des informations pertinentes pour les décisions adaptatives [17.4.1, 17.4.2]. Pour les pays en voie de développement, la disponibilité de ressources et de capacité d'adaptation dans la construction est particulièrement importante [v. les sections 5 et 6 et les chapitres 3 à 16 ; également 17.2, 17.4]. Certains exemples et leurs causes sont indiqués ci-dessous.

a. Le nombre important et l'extension des lacs glaciaires potentiellement dangereux en raison de la hausse de températures dans l'Himalaya. Ce phénomène dépasse largement la capacité qu'ont les pays de cette région à gérer ce genre de risques.

b. Si le changement climatique va plus vite que ce que nous anticipons, beaucoup de pays en voie de développement ne peuvent simplement pas faire face à la survenue plus fréquente / plus intense d'événements météorologiques extrêmes, ces derniers aspirant toutes les ressources budgétées pour d'autres postes.

c. Les changements climatiques se produiront au cours de la vie de nombreux projets infrastructurels (digues côtières, ponts, ports maritimes, etc.). La consolidation de ces infrastructures, basées sur de nouvelles normes de conception, prendra des décennies à se mettre en place. Dans de nombreux cas, la rénovation ne suffira pas.

d. En raison des contraintes physiques, les mesures d'adaptation ne peuvent pas être mises en place dans beaucoup d'estuaires et de deltas.

De nouveaux processus de planification s'efforcent de surmonter ces barrières aux niveaux local, régional et national, aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en voie de développement, par exemple, le Groupe des pays les moins industrialisés développent des Programmes d'action nationaux aux fins de l'adaptation (PANA) et certains pays industrialisés ont mis en place des cadres politiques pour les politiques nationales d'adaptation. [17.4.1]

RT. 5.2 Interrelations entre l'adaptation et l'atténuation

L'adaptation et l'atténuation peuvent contribuer à réduire les dangers liés au changement climatique qui pèsent sur la nature et sur la société.

Cependant, leurs effets varient en fonction du lieu et du moment. L'atténuation aura des effets au niveau mondial mais, en raison des temps de réponse dans les systèmes climatiques et biophysiques, ces effets seront difficilement décelables avant le milieu du XXI^e siècle [GTI RE4 RID]. Les retombées positives de l'adaptation seront, pour leur plus grande part, d'un intérêt local à régional mais elles peuvent être immédiates, spécialement si elles concernent aussi les vulnérabilités aux conditions climatiques actuelles [18.1.1, 18.5.2]. En raison de ces différences entre l'adaptation et l'atténuation, les politiques climatiques ne consistent pas à choisir entre l'adaptation et l'atténuation. Si les vulnérabilités-clés liées au changement climatique doivent faire l'objet de mesures, l'adaptation est nécessaire parce que même l'atténuation la plus vigoureuse ne pourra pas éviter la poursuite des changements climatiques au cours des quelques décennies à venir. L'atténuation est nécessaire parce que l'adaptation seule pourrait finir par

aboutir sur une ampleur de changement climatique à laquelle l'adaptation ne serait possible qu'au prix de coûts sociaux, environnementaux et sociaux considérables [18.4, 18.6].

Nombre d'impacts peuvent être évités, réduits ou retardés par l'atténuation

Un petit nombre d'évaluations des impacts ont été aujourd'hui menés à leur terme pour les scénarios qui projettent une stabilisation des concentrations des gaz à effet de serre. Bien que ces études ne prennent pas complètement en compte les incertitudes du changement climatique sous l'empire de la stabilisation – par exemple, la sensibilité des modèles climatiques au forçage – ils fournissent quand même des indications sur les dommages évités ou sur les vulnérabilités et les risques atténués par la réduction des émissions à divers degrés. [2.4, T20.6]

De plus, on dispose aujourd'hui de meilleures informations quantitatives sur le moment où, dans une série d'augmentations de la température, différents types d'impact pourraient se produire. Cela permet d'inférer les montants de hausses de températures au niveau mondial telles qu'elles sont projetées pour trois périodes (les années 2020, les années 2050, les années 2080) sous l'empire de plusieurs scénarios de stabilisation et pour des tendances dans le niveau d'émissions tels qu'ils sont postulés dans les différents scénarios du RSSE. Les tableaux RT. 3 et RT. 4 donnent une idée des impacts qui pourraient être évités en fonction de la variation de température considérée.

Un portefeuille de mesures d'adaptation et d'atténuation permet de diminuer les risques associés au changement climatique.

Même les efforts d'atténuation les plus sévères ne pourraient pas exclure d'autres impacts des changements climatiques au cours des quelques décennies à venir, ce qui rend l'adaptation essentielle, particulièrement pour faire face aux impacts à court terme. Un changement climatique non atténué serait susceptible, à long terme, de dépasser la capacité des systèmes naturels, aménagés et humains à s'adapter [20.7].

Cela laisse à penser que la valeur d'un portefeuille ou d'un panier de stratégies mélangées qui comprennent l'atténuation, l'adaptation, le développement technologique (améliorant à la fois l'adaptation et l'atténuation) et la recherche (en climatologie, sur les impacts, l'adaptation et l'atténuation). De tels paniers pourraient combiner des politiques et des approches basées sur les incitations et des actions à tous niveaux, du citoyen au gouvernement national et aux organisations internationales [18.1, 18.5].

Ces actions comprennent des alternatives technologiques, institutionnelles et comportementales, l'introduction d'instruments politiques et économiques pour encourager l'usage de ces alternatives, et la recherche et développement pour réduire l'incertitude et améliorer l'efficacité et l'efficience des alternatives [18.4.1, 18.4.2]. Beaucoup d'acteurs différents sont impliqués dans la mise en place de ces actions, à différentes échelles spatiale et institutionnelle. L'atténuation implique en premier lieu l'énergie, les transports, les secteurs industriel, résidentiel, forestier et agricole, tandis que les acteurs impliqués dans l'adaptation représentent une large palette d'intérêts sectoriels, y compris l'agriculture, le tourisme et les loisirs, la santé publique, l'accès à l'eau, la gestion côtière, l'urbanisme et la conservation de la nature [18.5, 18.6.]

Une des manières de renforcer la capacité d'adaptation est de prendre en considération les impacts du changement climatique dans la planification du développement [18.7], par exemple :

- En intégrant des mesures d'adaptation dans la planification de l'affectation des terres et la conception des infrastructures [17.2];
- En intégrant des mesures de réduction des vulnérabilités dans les stratégies de réduction du risque de catastrophe naturelle [17.2, 20.8].

Les décisions sur l'adaptation et l'atténuation sont prises à différents niveaux.

Parmi ces niveaux de décision, on trouve les ménages et les agriculteurs, les sociétés privées et les agences de planification nationales. Une atténuation efficace requiert la participation de l'essentiel des émetteurs de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, alors que la plus grande partie de l'adaptation a lieu aux niveaux local et national. Les avantages de l'atténuation sont mondiaux, tandis que ses coûts et les avantages accessoires se manifestent localement. Et les coûts et les retombées positives de l'adaptation se font principalement jour à l'échelle locale [18.1.1, 18.4.2]. En conséquence, l'atténuation est principalement dirigée par des accords internationaux et les politiques publiques nationales qui leur emboîtent le pas, tandis que la plus grande partie de l'adaptation est lancée par des actions privées des entités affectées et par des mesures publiques prises en faveur de communautés affectées [18.1.1, 18.6.1].

L'interrelation entre adaptation et atténuation peut exister à chaque niveau de prise de décision. Les actions d'adaptation ont des effets (souvent inattendus) d'atténuation positive

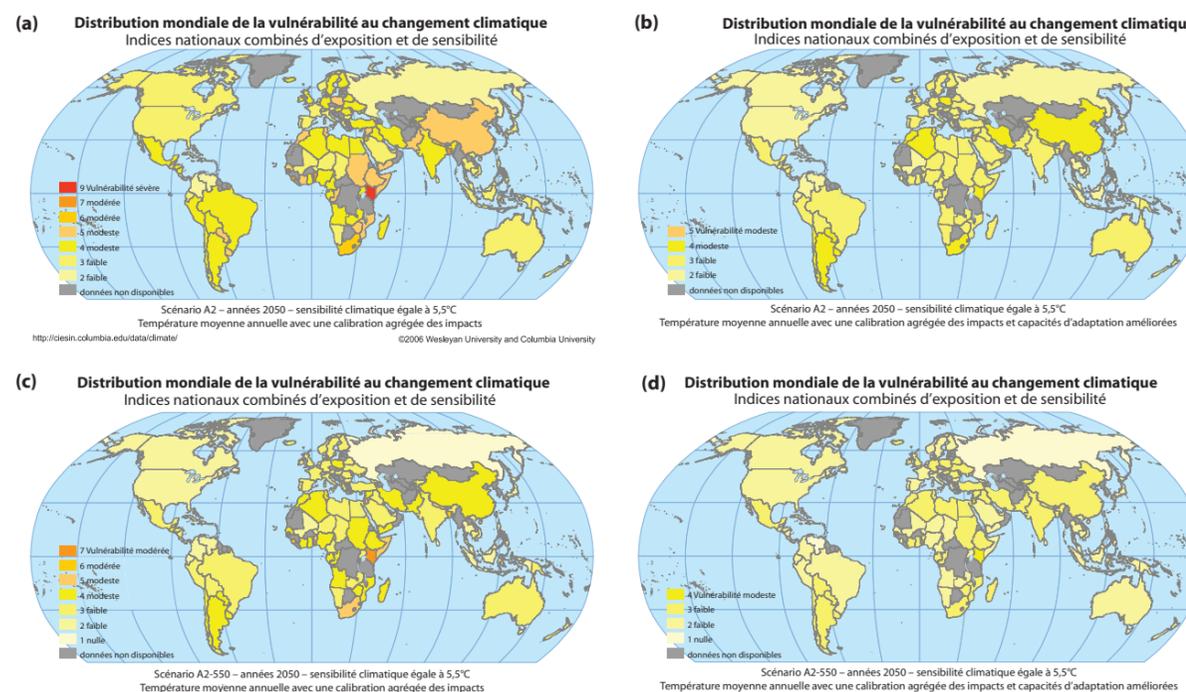


Figure RT.19. Distribution géographique de la vulnérabilité en 2050 avec et sans atténuation, sous le scénario d'émissions A2 du RSSE, et avec une sensibilité climatique de 5,5°C. Le cadre (a) illustre la vulnérabilité issue d'une représentation statique de la capacité d'adaptation actuelle. Le cadre (b) illustre la vulnérabilité en postulant une hausse de la capacité d'adaptation dans le monde. Le cadre (c) illustre les implications géographiques d'une atténuation conçue pour plafonner les concentrations effectives des gaz à effet de serre à 550 ppm. Le cadre (d) brosse le portrait des effets complémentaires combinés de l'atténuation à la même valeur fixe de 550 ppm et d'une capacité d'adaptation améliorée. [F20.6]

ou négative, cependant que les actions d'atténuation ont des effets (souvent inattendus, là aussi) d'adaptation positive ou négative [18.4.2, 18.5.2]. Un exemple d'action adaptative ayant eu des effets d'atténuation négatifs est l'usage de l'air conditionné (si l'énergie qui le fait fonctionner provient des combustibles fossiles). Un exemple d'atténuation qui a un effet adaptatif positif serait la plantation de forêts sur les pentes de collines dégradées, ce qui n'aura pas comme seul effet d'absorber du carbone mais aussi de contrôler l'érosion des sols. D'autres exemples de synergies semblent entre l'adaptation et l'atténuation comprennent l'électrification des zones rurales sur la base de sources d'énergie renouvelables, la plantation d'arbres dans les villes pour limiter l'effet des îlots de chaleur urbaine, le développement de systèmes agro-forestiers [18.5.2].

L'analyse des relations entre l'adaptation et l'atténuation pourrait révéler des solutions pour promouvoir la mise en place effective d'actions d'adaptation et d'atténuation.

La création de synergies entre l'adaptation et l'atténuation peut améliorer l'efficacité-coût des actions et les rendre plus séduisantes pour les bailleurs de fonds potentiels

et autres décideurs (v. Tableau RT.7). Cependant, les synergies ne fournissent aucune garantie que les ressources seront utilisées de la façon la plus efficace lorsqu'on cherche à réduire les risques liés au changement climatique. De plus, des actions essentielles sans effets synergétiques pourraient être négligées si la création de synergies devenait un critère essentiel de décision [18.6.1]. Il existe des occasions de synergies dans certains secteurs (par exemple l'agriculture, la foresterie, le bâtiment et l'urbanisme) mais elles sont plutôt limitées dans beaucoup d'autres secteurs pertinents pour les problèmes climatiques [18.5.2]. Le manque d'informations aussi bien conceptuelles qu'empiriques qui prennent explicitement en considération l'adaptation et l'atténuation rendent ardue l'estimation du besoin et du potentiel des synergies en politique climatique [18.7].

Il est nécessaire de disposer d'informations sur l'évolution avec le temps des coûts et des avantages des actions menées pour prendre des décisions sur le compromis entre les avantages immédiats et localisés des mesures d'adaptation et les avantages mondiaux à long terme des mesures d'atténuation.

Par exemple, une question pertinente consiste à se demander si le fait d'investir dans l'adaptation permet ou non de gagner du temps pour l'atténuation ? Les modèles globaux intégrés d'évaluation fournissent des valeurs estimées approximatives des coûts et des avantages relatifs à des niveaux d'agrégation élevés. La complexité des relations entre adaptation et atténuation est clairement perceptible aux niveaux d'analyse et de mise en œuvre les plus détaillées [18.4.2]. Cette complexité, qui se caractérise en particulier par le fait que l'adaptation et l'atténuation opèrent à des échelles spatiales, temporelles et institutionnelles différentes et font intervenir divers acteurs qui ont des intérêts, des opinions, des systèmes de valeurs et des droits de propriété différents, constitue un défi pour la mise en œuvre pratique d'un compromis au-delà de l'échelle locale. En particulier, la notion de « combinaison optimale » d'adaptation et d'atténuation est problématique, car elle suppose généralement qu'il y a un budget à somme nulle pour l'adaptation et l'atténuation et qu'il serait possible de bien rendre compte des intérêts individuels de tous ceux qui subissent et subiront les effets du changement climatique, dans au moyen d'une mesure agrégée du bien-être à l'échelle du globe [18.4.2, 18.6.1].

La capacité des gens à s'adapter et à atténuer proviennent de jeux de facteurs similaires.

Ces facteurs représentent une capacité de réaction générique qui peut être mobilisée soit au service de l'adaptation, soit au service de l'atténuation. La capacité de réaction, à son tour, dépend du niveau de développement social. Améliorer la capacité de réaction d'une société en suivant un processus de développement durable et donc une façon de promouvoir à la fois l'adaptation et l'atténuation [18.3]. Cela faciliterait l'implantation effective des deux options, de même que leur intégration dans le mode de conception de la planification et du développement sectoriels. Si les politiques climatiques et de développement durable se poursuivent de façon intégrée, il sera important de ne pas se borner à n'évaluer que les alternatives politiques spécifiques qui pourraient atteindre les deux objectifs, mais d'explorer aussi les déterminants de la capacité de réponse qui sous-tendent ces alternatives comme elles découlent de processus de développement socio-économique et technologique sous-jacents. [18.3, 18.6.3].

RT. 5.3 Vulnérabilités-clés

Les vulnérabilités-clés se retrouvent dans beaucoup de systèmes sociaux, économiques, biologiques et géophysiques.

La vulnérabilité au changement climatique est le degré auquel des systèmes géophysiques, biologiques et socio-économiques sont susceptibles de, et incapables de faire face à, des impacts dommageables du changement climatique. Le terme « vulnérabilité » peut donc se référer au système vulnérable lui-même (des îles de basse altitude ou des villes côtières par exemple), l'impact sur ce système (les inondations des villes côtières et des terres agricoles par exemple, ou des migrations forcées), ou le mécanisme qui cause l'impact (par exemple la désintégration de la nappe glaciaire ouest-antarctique). Basées sur un certain nombre de critères présents dans la littérature (c'est-à-dire l'ampleur, le déroulement, la persistance / réversibilité, le potentiel adaptatif, les aspects distributionnels, la probabilité et « l'importance » des impacts [19.2]), certaines de ces vulnérabilités peuvent être qualifiées de « vulnérabilités-clés ». Les impacts-clés et les vulnérabilités-clés qui en découlent se retrouvent dans beaucoup de systèmes sociaux, économiques, biologiques et géophysiques [19.1.1].

L'identification des vulnérabilités-clés potentielles a pour objectif de fournir un guide à l'intention des décideurs pour identifier les niveaux et les rythmes de changement climatique qui peuvent être associés à de dangereuses interférences anthropiques (DAI) avec le système climatique, selon la terminologie de la CCNUCC (Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques), article 2 [E 19.1]. En dernier ressort, la détermination des DAI ne peut pas se baser sur les seuls arguments scientifiques, mais elle implique d'autres jugements éclairés sur la base des connaissances scientifiques [19.1.1]. Le Tableau RT. 8 illustre une liste choisie des vulnérabilités-clés.

On peut lier les vulnérabilités-clés à des seuils systémiques où des processus non linéaires poussent un système à se déplacer d'un état prépondérant à un autre (comme un hypothétique changement brusque des moussons asiatiques ou la désintégration de la nappe glaciaire ouest-antarctique ou des rétroactions positives en provenance des écosystèmes qui, d'absorbateurs de CO₂, deviendraient des émetteurs). D'autres vulnérabilités-clés peuvent être associées avec des « seuils normatifs » définis par les parties prenantes ou les décideurs (par exemple une certaine ampleur de l'élévation du niveau de la mer qui ne serait plus jugée acceptable par les habitants des zones côtières de faible altitude) [19.1.2].

Des degrés croissants de changement climatique aboutiraient à des impacts associés à un nombre de vulnérabilités-clés plus important et certaines

vulnérabilités-clés ont été liées au changement climatique observé.

Les changements climatiques observés jusqu'en 2006 ont été mis en relations avec certains impacts qu'on peut lier aux vulnérabilités-clés. Parmi ces derniers, l'augmentation de la mortalité humaine liée aux événements météorologiques extrêmes, et la recrudescence des problèmes découlant de la fonte du pergélisol, du recul des glaciers et de l'élévation du niveau de la mer [19.3.2, 19.3.3, 19.3.4, 19.3.5, 19.3.6].

Une hausse de la température moyenne mondiale allant jusqu'à 2°C au-dessus du niveau de la période 1990-2000 exacerberait les vulnérabilités-clés actuelles telle que celles qui figurent ci-dessus (confiance élevée), et en causerait d'autres, comme une baisse de la sécurité alimentaire dans beaucoup de nations de basse latitude (confiance moyenne). En même temps, certains systèmes comme la productivité agricole globale aux latitudes moyennes à élevées pourraient en profiter (confiance moyenne) [19.3.1, 19.3.2, 19.3.3].

Une augmentation moyenne de la température mondiale de 2° à 4°C au-dessus du niveau de la période 1990-2000 aboutirait à une recrudescence des impacts-clés à toutes les échelles (confiance élevée), comme une perte très répandue de biodiversité, une productivité agricole mondiale en baisse, et un processus aboutissant à la déglaciation des inlandsis Groenlandais (confiance élevée) et de l'Antarctique ouest (confiance moyenne) [19.3.1, 19.3.4, 19.3.5].

Des variations de température moyenne mondiale dépassant 4°C au-dessus du niveau de la période 1990-2000 aboutiraient à des augmentations de vulnérabilité majeures (confiance très élevée) dépassant les capacités d'adaptation de nombreux systèmes (confiance très élevée) [19.3.1].

Des régions qui sont déjà à risque d'après la variabilité et le changement climatique observés seront probablement davantage affectées dans l'avenir proche, en raison des changements climatiques projetés et des augmentations de l'ampleur et / ou de la fréquence d'événements extrêmes déjà extrêmement lourds de dégâts [19.3.6, 19.4.1].

Les « sujets de préoccupation » identifiés dans la troisième Evaluation demeurent un cadre valable pour considérer les vulnérabilités-clés. Des recherches récentes ont mis à jour les découvertes de la troisième Evaluation.

Systèmes uniques et menacés

On dispose de preuves nouvelles et plus solides des

impacts dommageables observés jusqu'à aujourd'hui sur des systèmes uniques et menacés. On peut dire avec une plus grande confiance qu'une augmentation de la température moyenne mondiale de 1° à 2°C au-dessus du niveau de 1990 générerait des risques significatifs pour de nombreux systèmes uniques et menacés, y compris de nombreux sites particuliers pour leur biodiversité [19.3.7].

Événements extrêmes

On dispose de nouvelles preuves que le changement climatique observé a déjà accru le risque de certains événements extrêmes tels que les canicules, et il est probable que le réchauffement ait contribué à l'intensification de certains cyclones tropicaux, avec des niveaux variés de conséquences dommageables, proportionnels à la hausse de la température [19.3.7].

Distribution des impacts

La fiabilité est encore haute que la distribution des impacts climatiques sera inégale, et que les zones de basse latitude et les zones les moins développées seront généralement les plus en danger. Cependant, des travaux récents ont démontré que la vulnérabilité au changement climatique est aussi très variable au sein des différents pays. En conséquence, certains groupes de population dans les pays industrialisés sont aussi très vulnérables. [19.3.7].

Impacts agrégés

On dispose de preuves que les avantages initiaux du changement climatique pour le marché atteindront un apogée plus rapide et moins élevé que les estimations du troisième Rapport d'évaluation, et que les dommages issus de fortes variations de température mondiale moyennes seront plus importants que l'on pensait. Le changement climatique pourrait avoir des effets dommageables sur des centaines de millions de personnes en raison de l'augmentation du risque d'inondations, de la réduction de l'accès à l'eau, de l'augmentation du risque de malnutrition et d'exposition aux maladies sensibles au climat. [19.3.7].

Singularités à grande échelle

Depuis la troisième Evaluation, la littérature s'est enrichie d'indications plus spécifiques sur les possibles seuils de déglaciation partielle ou presque complète des nappes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique ouest. Il y a une fiabilité moyenne dans le fait qu'une fonte au moins partielle de l'inlandsis Groenlandais se produira dans les siècles ou millénaires à venir suite à une augmentation de la température moyenne mondiale de 1° à 4°C (en base 1990-2000), et il est possible que la même chose arrive

dans l'ouest de l'Antarctique, provoquant un déversement d'eau et une montée du niveau de la mer de 4 à 6 m ou davantage [WGIAR4 6.4, 10.7.4.3, 10.7.4.4; 19.3.5.2].

RT. 5.4 Perspectives sur le changement climatique et la durabilité

La vulnérabilité future ne dépend pas seulement du changement climatique mais aussi des processus de développement.

Depuis la troisième Evaluation, une avancée importante dans la menée des études d'impact pour toute une série de processus de développement a été faite, prenant en compte non seulement les changements climatiques projetés, mais aussi les changements sociaux et économiques projetés. La plupart se sont basées sur des caractérisations de la population et des niveaux de revenus issus des scénarios RSSE [2.4].

Ces études démontrent que les impacts projetés des changements climatiques peuvent grandement varier en fonction du processus de développement postulé. Par exemple, il peut y avoir de grandes différences dans la démographie régionale, dans le niveau de revenu et de développement technologique selon différents scénarios, qui sont souvent un déterminant important du niveau de vulnérabilité au changement climatique. [2.4]

Pour illustrer ce phénomène, la figure RT. 19 montre les estimations d'une récente étude sur le nombre projeté de personnes en danger d'inondation côtière chaque année selon les différents développements socio-économiques postulés. Cette illustration montre que le nombre de personnes affectées est considérablement plus important sous les scénarios de type A2 (caractérisés par un revenu par tête relativement bas et par une forte croissance démographique) que sous d'autres futurs du RSSE [T 20.6]. Cette différence est expliquée dans une large mesure non par les changements climatiques, mais par les différences de vulnérabilité. [T 6.6]

La vulnérabilité au changement climatique peut être exacerbée par la présence d'autres facteurs de tension.

Les facteurs de tension non climatiques peuvent augmenter la vulnérabilité au changement climatique en réduisant la résilience et ils peuvent aussi réduire la capacité d'adaptation en raison du déploiement de ressources nécessaire pour faire face à d'autres besoins concurrents. Par exemple, les facteurs de pression actuellement à l'œuvre sur les récifs coralliens comprennent la pollution marine et le ruissellement chimique issu de l'agriculture de

même que la hausse de la température et l'acidification de l'océan. Les régions vulnérables font face à de multiples pressions qui modifient leur exposition et leur sensibilité de même que leur capacité d'adaptation. Ces pressions sont issues, par exemple, des dangers climatiques actuels, de la pauvreté et d'un accès inégal aux ressources, de l'insécurité alimentaire, des tendances de la mondialisation économique, des conflits, et la prévalence d'épidémies tel le VIH / SIDA [7.4,8.3, 17.3,20.3].

Le changement climatique en soi peut produire son propre lot de pressions multiples à certains endroits en raison du fait que les manifestations physiques des impacts du changement climatique sont si diverses [9.4.8]. Par exemple, une variabilité plus importante de la puviométrie implique une recrudescence des sécheresses et des épisodes de pluies intenses plus fréquents, tandis que l'élévation du niveau de la mer peut aboutir à des inondations côtières dans des régions qui vivent déjà sous un régime de tempêtes fréquentes. Dans ces cas-là, la vulnérabilité totale au changement climatique est plus importante que la somme des vulnérabilités aux impacts spécifiques considérés isolément (confiance très haute) [20.7.2].

Les changements climatiques mettront très probablement à mal la capacité des nations à se tenir à des processus de développement durable, tels que mesurés, par exemple, dans les progrès à long terme faits dans la poursuite des Objectifs du Millénaire pour le Développement.

Suivant l'exemple du TRE, le présent Rapport a repris la définition donnée par la Commission Brundtland au développement durable : « Développement qui répond aux besoins de la génération actuelle sans compromettre la possibilité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. » Au cours du prochain demi-siècle, le changement climatique rendra très probablement le développement durable plus ardu, particulièrement si on le mesure par rapport aux Objectifs du Millénaire pour le Développement au milieu du siècle. Le changement climatique érodera la capacité des nations à atteindre les Buts, calibrés en termes de réduction de la pauvreté et d'autres moyens d'améliorer l'équité vers 2050, particulièrement en Afrique et dans certaines parties de l'Asie (confiance très haute) [20.7.1]

Même si dans certains cas les événements météorologiques extrêmes ont porté sérieusement atteinte au développement économique, il est très improbable que le changement climatique d'origine anthropique, en soi, constitue un obstacle supplémentaire significatif empêchant les

nations d'atteindre leurs buts de développement pour 2015. Bien d'autres obstacles comportants des impacts plus immédiats se trouvent sur leur chemin [20.7.1].

Le développement durable peut réduire la vulnérabilité au changement climatique en encourageant l'adaptation, en améliorant la capacité d'adaptation et en augmentant la résilience (confiance très élevée). [20.3.3] D'autre part, il est très probable que le changement climatique puisse ralentir l'allure des progrès faits en direction du développement durable, soit directement, en raison d'une exposition plus importante aux impacts dommageables, soit indirectement, par érosion de la capacité d'adaptation. Ce point est clairement démontré dans les sections des chapitres sectoriels et régionaux du présent Rapport qui considèrent les implications pour le développement durable (v. section 7 des chapitres 3 à 8, 20.3, 20.7). Aujourd'hui, très peu de plans visant à promouvoir la durabilité ont intégré explicitement soit l'adaptation aux impacts du changement climatique, soit la promotion de la capacité d'adaptation. [20.3]

Le développement durable peut réduire la vulnérabilité au changement climatique

Les efforts déployés pour faire face aux impacts du changement climatique et les tentatives de promotion du développement durable partagent des objectifs et des déterminants communs parmi lesquels : l'accès aux ressources (y compris l'information et la technologie), l'équité dans la distribution des ressources, les stocks de capital humain et social, l'accès aux mécanismes de répartition du risque et la capacité des mécanismes de prise de décision de gérer l'incertitude. Néanmoins, certaines activités liées au développement exacerbent les vulnérabilités liées au climat (confiance très élevée).

Il est très probable que des synergies significatives pourront être exploitées pour que les acteurs actifs dans le champ du développement intègrent le changement climatique, et pour que les acteurs actifs dans le champ du changement climatique intègrent les principales préoccupations du développement. [20.3.3, 20.8.2 and 20.8.3]. Une communication efficace dans l'estimation, la pondération et l'action seront problème des outils importants, aussi bien dans les estimations participatives et dans le champ de la gouvernance que dans l'identification des domaines productifs pour le partage d'initiatives riches en enseignements [20.3.3, 20.8.2, 20.8.3]. Malgré la présence de ces synergies, très peu de discussions sur la promotion de la durabilité ont jusqu'à présent intégré l'adaptation aux changements climatiques, la réduction des dangers et/ou la

promotion de la capacité d'adaptation [20.4,20.5,20.8.3]. Les discussions sur la promotion du développement et de l'amélioration qualitative de l'environnement ont rarement intégré explicitement l'adaptation au changement climatique et/ou la promotion de la capacité d'adaptation [20.8.3]. La plupart des chercheurs et des praticiens du développement qui reconnaissent que le changement climatique est un problème significatif aux échelles locale, nationale, régionale et/ou mondiale focalisent presque exclusivement leur attention sur l'atténuation. [20.4, 20.8.3].

Les synergies entre mesures d'adaptation et d'atténuation feront sentir leur efficacité d'ici le milieu de ce siècle, mais même une combinaison d'atténuation marquée et d'investissements significatifs dans la capacité d'adaptation pourrait être submergée d'ici la fin du siècle sous l'empire d'un scénario de développement probable.

Les Tableaux RT. 3 et RT. 4 retracent les impacts les plus importants, à travers le monde, de hausses de températures mesurées depuis la période 1980-1999. Avec un très haut degré de confiance, on peut dire que rien, hors une intervention d'atténuation très appuyée, ne permettrait d'éviter aucun seuil de température associé à ce qu'on peut qualifier de changement climatique "dangereux" en se basant sur un jugement subjectif.

Il est probable que, comme le retrace la figure RT. 19, les efforts d'atténuation globaux conçus pour limiter les émissions effectives de gaz à effet de serre, au niveau, par exemple de 550 ppm seraient significativement bénéfiques pour les pays en voie de développement d'ici le milieu de ce siècle, sans égard pour l'évolution de la sensibilité climatique vers le haut ou vers le bas, spécialement en cas de combinaison avec une meilleure adaptation. Les pays industrialisés tireraient aussi des profits significatifs d'un panier d'interventions d'adaptation et d'atténuation, spécialement pour les hautes sensibilités climatiques et pour les secteurs et les régions qui montrent déjà des signes de vulnérabilité. Vers 2100, le changement climatique produira probablement des vulnérabilités significatives à travers le monde même si des actions d'atténuation vigoureuses étaient mises en place en combinaison avec des capacités d'adaptation améliorées. [20.7.3]

RT.6 Progrès des connaissances et besoins de la recherche à venir

RT 6.1 Progrès des connaissances

Depuis la troisième Evaluation, les principales avancées dans les connaissances ont été les suivantes :

- Couverture nettement améliorée des changements climatiques dans les régions en voie de développement, à l'aide d'études tel le projet AIACC (Programme Evaluation d'impacts et d'adaptations au changement climatique), bien que des recherches plus approfondies soient encore nécessaires, particulièrement en Amérique Latine et en Afrique [9.ES, 10.ES, 13.ES].
- Des études complémentaires sur l'adaptation au changement climatique, comportant une compréhension approfondie des pratiques actuelles, de la capacité d'adaptation, des alternatives, des obstacles et des limites de l'adaptation [17.ES].
- Bien davantage de suivi des effets observés, et reconnaissance du fait que les changements climatiques ont un impact distinct sur beaucoup de systèmes naturels [1.ES,F1.1].
- Une certaine standardisation des scénarios des changements climatiques qui sous-tendent les études d'impacts, facilitée par la centralisation de la fourniture de données via des organisations comme le Centre de distribution des données du GIEC, permettant ainsi une comparaison entre secteurs ou entre régions [2.2.2].
- Une meilleure compréhension des dommages pour les différents niveaux de réchauffement climatique et des liens entre le réchauffement climatique et la probabilité d'une stabilisation du CO₂ à différents niveaux. Par suite, nous en savons plus à propos des liens entre les dommages et les scénarios qui postulent une stabilisation du CO₂ [20.7.2, T20.8, T20.9].

Cependant, peu de progrès ont été enregistrés pour ce qui concerne :

- Les impacts sous l'empire d'autres postulats sur la façon dont le monde évoluera à l'avenir – sociétés, gouvernance, technologie et développement économique ;
- Les coûts des changements climatiques, aussi bien en termes d'impact qu'en termes de réponse (adaptation et atténuation);

- La proximité des seuils et des points d'inflexion ;
- Les impacts issus d'interactions entre le changement climatique et d'autres changements environnementaux d'origine humaine.

RT 6.2 Besoins de la recherche à venir

Impacts en fonction des différentes voies de développement postulées

La plupart des études du RE4 sur le changement climatique sont basées sur un petit nombre d'études utilisant les scénarios du RSSE, en particulier ceux des familles A2 et B2 [2.3.1]. Cela a permis une caractérisation limitée mais incomplète de l'éventail des futurs possibles et de leurs impacts [v. la section 4 pour les impacts-clés du futur dans tous les chapitres centraux].

Il est nécessaire de disposer de scénarios :

- Pour décrire l'évolution future du monde sous l'empire de postulats différents et variés sur la façon dont les sociétés, la gouvernance, la technologie et les économies se développeront dans l'avenir ;
- Aux échelles régionale et locale appropriées pour des études d'impact ;
- Qui permettent d'intégrer l'adaptation aux estimations de changements climatiques ;
- Pour des changements climatiques brusques tels que l'arrêt de la circulation thermohaline, et pour des élévations du niveau de la mer à grande échelle en raison de la fonte des nappes glaciaires [6.8] ;
- Au-delà de 2100 (particulièrement pour l'élévation du niveau de la mer) [6.8, 11.8.1].

Les modélisateurs du climat utilisent de plus en plus des ensembles de modèles qui permettent la caractérisation d'un intervalle de probabilité pour chaque processus de développement. De sorte que les analystes des impacts font face à de très grandes quantités de données pour décrire ne serait-ce qu'une petite fraction de l'éventail des futurs possibles. Les outils et les techniques servant à gérer de grandes quantités de données sont un besoin urgent [2.3, 2.4].

Domages évités par différents niveaux de réduction des émissions

Très peu d'études ont été menées pour examiner les dommages évités, ou les impacts retardés, par la réduction ou la stabilisation des émissions, malgré l'importance cruciale de cette question pour les décideurs politiques.

Les rares études disponibles sont passées en revue au chapitre 20 du présent Rapport [20.6.2] et montrent l'importance des dommages qui pourraient être évités par l'atténuation des émissions [T 20.4]. Les recherches publiées ont mis l'accent sur l'échelle mondiale, et des études plus pointues aux échelles régionale et même locale sont une urgente nécessité.

Besoins de la recherche liée à la science climatique

Deux des urgences les plus importantes qui ont été identifiées sont liées aux sciences qui s'intéressent au changement climatique. Ce sont clairement des obstacles aux recherches sur les impacts, sur l'adaptation et sur la vulnérabilité.

- La première est que notre compréhension de la probabilité des impacts à venir des changements climatiques est handicapée par le manque de connaissances quant à la nature des futurs changements, particulièrement à l'échelle régionale et par rapport en particulier aux changements dans les précipitations et par rapport à leurs conséquences hydrologiques sur les ressources en eau, et les changements dans les événements extrêmes, dus en partie aux inadéquations entre les modèles climatiques existants aux échelles spatiales nécessaires [T2.5, 3.3.1, 3.4.1, 4.3].
- La seconde est liée aux changements climatiques brusques. Les décideurs politiques ont besoin de comprendre les impacts d'événements comme l'arrêt de la circulation thermohaline. Cependant, sans une meilleure compréhension des manifestations probables de ce genre d'événement à l'échelle régionale, il est impossible de mener à bien des estimations [6.8, 7.6, 8.8, 10.8.3].

Observations, suivi et attribution

Des études de terrain à grande échelle et à long terme sont nécessaires pour évaluer les impacts observés des changements climatiques sur les systèmes gérés et non gérés et sur les activités humaines. Ceci permettra une meilleure compréhension d'où et de quand les impacts deviendront détectables, où sont les sites d'importance particulière et pourquoi certaines zones sont plus vulnérables que d'autres. Des observations de grande qualité sont essentielles pour comprendre en profondeur les causes et pour une attribution univoque des tendances actuelles du changement climatique [1.4.3, 4.8].

Un suivi précis de l'allure à laquelle les seuils significatifs s'approchent (par exemple les seuils des changements climatiques abrupts) est nécessaire [6.8, 10.8.4].

Facteurs de pression multiples, seuils, populations et sites vulnérables

Il est devenu clair, au cours de la rédaction du RE4, que les impacts des changements climatiques sont les plus dévastateurs lorsqu'ils surviennent dans le contexte de multiples facteurs de tension provenant des effets, par exemple, de la mondialisation, de la pauvreté, d'une mauvaise gouvernance, et d'établissements humains situés sur des côtes de faible altitude. Des progrès considérables ont été faits en direction d'une meilleure connaissance de quelles populations à quel endroit seront probablement affectées de façon disproportionnée par les aspects négatifs du changement climatique. Il est important de comprendre quelles sont les caractéristiques qui renforcent la vulnérabilité, quelles sont celles qui renforcent la capacité d'adaptation de certaines personnes et de certains endroits, et quelles sont les caractéristiques qui prédisposent les systèmes physiques, biologiques et humains à des changements irréversibles par suite de leur exposition au climat et à d'autres facteurs de tension [7.1, E 7.4, 9.1, 9.ES]. Comment gérer les systèmes pour minimiser le risque de changements irréversibles ? À quelle distance sommes-nous des points d'inflexions et des seuils pour des écosystèmes naturels tels que la forêt amazonienne ? Quelles sont les rétroactions positives qui se feront jour si un point d'inflexion est atteint ?

Changement climatique, adaptation et développement durable.

Le RE4 a reconnu que des synergies ont vu le jour entre la capacité d'adaptation et le développement durable et que les sociétés qui s'engagent sur la voie d'un développement durable seront probablement plus résilientes aux impacts du changement climatique. Des recherches plus approfondies sont nécessaires pour déterminer les facteurs qui contribuent à cette synergie, et comment les politiques publiques destinées à renforcer la capacité d'adaptation peuvent renforcer le développement durable et vice versa [20.9].

Une compréhension plus approfondie de l'adaptation nécessitera probablement des approches d'apprentissage par expérience là où les bases scientifiques sont améliorées par l'accumulation d'expérience pratique.

Les coûts du changement climatique, aussi bien des impacts que des réponses (adaptation et atténuation)

- La littérature disponible pour l'évaluation dans le domaine des coûts des impacts du changement climatique est restreinte. [5.6, 6.5.3, 7.5] La question de

la mesure des impacts est encore sujette à controverse, de même que les unités de mesure à employer pour permettre la comparabilité des résultats. [2.2.3, 19.3.2.3, 20.9].

- La littérature sur les coûts et les avantages de l'adaptation est limitée et fragmentée [17.2.3]. Elle se focalise sur l'élévation du niveau de la mer et sur l'agriculture, avec des estimations encore plus limitées sur la demande énergétique, sur les ressources en eau et sur les transports. L'accent est mis sur les Etats-Unis et sur les autres pays de l'OCDE, un petit nombre d'études seulement étant disponible pour les pays en voie de développement [17.2.3].

Une meilleure compréhension des coûts relatifs des impacts du changement climatique et de l'adaptation permet aux décideurs politiques d'envisager des stratégies optimales de mise en place de politiques d'adaptation, particulièrement pour ce qui concerne leurs aspects temporels et quantitatifs. [17.2.3.1].

