

Changement climatique 2021

Les bases scientifiques physiques

Résumé à l'intention des décideurs

Résumé technique

Foire aux questions

Glossaire

Contribution du Groupe de tra-vail I au sixième Rapport d'évaluation
du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Publié sous la direction de

Valérie Masson-Delmotte

Coprésidente du Groupe de travail I

Panmao Zhai

Coprésident du Groupe de travail I

Anna Pirani

Responsable de l'Unité d'appui
technique

Sarah L. Connors

Responsable de l'équipe scientifique

Clotilde Péan

Responsable des opérations

Yang Chen

Conseiller scientifique senior

Leah Goldfarb

Conseillère scientifique senior

Melissa I. Gomis

Conseillère scientifique senior

J.B. Robin Matthews

Conseiller scientifique senior

Sophie Berger

Conseillère scientifique

Mengtian Huang

Conseillère scientifique

Ozge Yelekçi

Conseillère scientifique

Rong Yu

Conseillère scientifique

Baiquan Zhou

Conseiller scientifique

Elisabeth Lonnoy

Assistante de projet

Thomas K. Maycock

Rédacteur scientifique

Tim Waterfield

Responsable informatique

Katherine Leitzell

Responsable de la communication

Nada Caud

Responsable de la vulgarisation scientifique

Unité d'appui technique du Groupe de tra-vail I

© 2021, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Il est possible de se procurer des exemplaires électroniques du présent rapport sur le site Web du GIEC www.ipcc.ch

ISBN 978-92-9169-163-0

Illustration artistique de la couverture : *Changing* (Changement) par Alisa Singer. www.environmentalgraphiti.org © 2021 Alisa Singer

Avant-propos, préface et hommage

Avant-propos

Il est sans équivoque que les activités humaines ont réchauffé notre climat. Les changements récents sont rapides, s'intensifient, et sont sans précédent sur des siècles à des millénaires. Chaque incrément supplémentaire de réchauffement amplifiera ces changements, avec des conséquences à long terme et irréversibles, en particulier pour l'élévation du niveau de la mer. Comme l'a déclaré le Secrétaire général des Nations Unies, António Guterres, « les preuves sont irréfutables » et « nous voyons les signaux d'alarme sur chaque continent et dans chaque région ».

La contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) nous met face à la réalité du changement climatique. Nous avons aujourd'hui une image beaucoup plus claire des climats passés, présents et futurs, et ces informations sont essentielles pour comprendre ce vers quoi nous allons, ce qui peut être fait et quelles sont les multiples facettes d'un climat qui change auxquelles chaque région doit se préparer. Si les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas fortement réduites au cours des prochaines décennies, le niveau de réchauffement planétaire dépassera 1,5°C puis 2°C au cours du 21^{ème} siècle.

La nouvelle structure du rapport du Groupe de travail I intègre, dans chaque chapitre, les multiples éléments scientifiques probants, et fournit des connaissances solides, pertinentes pour l'élaboration des politiques, s'appuyant sur une évaluation approfondie des sujets clés. Par cette approche plus holistique, ce rapport permet de mieux comprendre le système climatique, tant pour ce qui est des changements passés que futurs, et met davantage l'accent sur les informations climatiques régionales, essentielles pour éclairer les stratégies d'adaptation et de gestion des risques. Encore aujourd'hui, de nombreuses décisions restent fondées sur l'expérience de la variabilité passée du climat. Ce rapport fournit une base solide pour prendre en compte, dans les décisions actuelles, les changements à venir, avec un renforcement de la pertinence des services climatiques, afin de renforcer l'adaptation et la résilience face au changement climatique et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.



Petteri Taalas
Secrétaire général
Organisation météorologique mondiale

Ce rapport est le fruit d'efforts extraordinaires déployés par tous ses contributeurs, dans des circonstances exceptionnelles. La pandémie de COVID-19, qui a débuté pendant la relecture de la deuxième version du rapport, a perturbé le processus. Mais la réaction rapide du Groupe de travail I, rendue possible par le travail acharné des auteurs, des éditeurs de relecture et des assistants scientifiques intervenant en appui aux différents chapitres, du personnel de l'Unité d'appui technique et des membres du Bureau, a permis de livrer un rapport qui répond aux normes de qualité scientifique les plus exigeantes, grâce au large processus de relecture approfondi, avec une évaluation exhaustive, robuste, rigoureuse et transparente des connaissances les plus récentes issues des sciences du climat. Nous saluons les efforts supplémentaires qui ont été déployés, notamment par tous les relecteurs de la communauté scientifique et par les représentants des gouvernements qui se sont adaptés à une nouvelle façon de travailler afin de produire ce rapport essentiel. Nous remercions particulièrement les coprésidents du Groupe de travail I, Valérie Masson-Delmotte et Panmao Zhai, pour leur leadership tout au long de ce processus. Leurs efforts exceptionnels ont permis de mettre aujourd'hui un rapport clair et solide à la disposition du monde entier.

Cette contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du GIEC fait état d'importantes nouvelles avancées des sciences du climat qui d'une valeur inestimable pour les négociations climatiques et la prise de décision touchant au climat et met l'accent sur les conditions clés qui, du point de vue des bases scientifiques physiques, sont nécessaires pour limiter le réchauffement planétaire et éclairer l'évaluation des risques et l'adaptation régionale. Le rapport a été accueilli favorablement lors de la vingt-sixième session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Il étayera également l'inventaire mondial de 2023. À moins de réduire fortement les émissions mondiales de gaz à effet de serre, l'objectif de limiter le réchauffement largement en dessous de 2 °C et proche de 1,5 °C sera hors de portée.

La science est sans équivoque, les changements sont sans précédent, et il n'y a plus de temps à perdre.



Inger Andersen
Directrice exécutive
Programme des Nations Unies pour l'environnement

Préface

Cette contribution du Groupe de travail I (GTI) au sixième Rapport d'évaluation (AR6) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) s'appuie sur l'évaluation complète et détaillée des bases scientifiques physiques du changement climatique, à partir des éléments probants de plus de 14 000 publications scientifiques disponibles au 31 janvier 2021.

Ce rapport reflète les récentes avancées des sciences du climat résultant des progrès et de l'intégration de multiples éléments probants, notamment les observations in situ et à distance, les informations paléoclimatiques, la compréhension des facteurs climatiques, et des processus et rétroactions physiques, chimiques et biologiques, la modélisation du climat à l'échelle globale et régionale, ainsi que des progrès des méthodes d'analyse et les connaissances acquises dans le domaine en pleine expansion des services climatiques.

Ce rapport du GTI de l'AR6 s'appuie sur la contribution du GTI au cinquième Rapport d'évaluation (AR5) du GIEC publié en 2013 et les rapports spéciaux de l'AR6 parus en 2018 et en 2019.

Ce rapport examine l'état actuel du climat dans une perspective à long terme, la compréhension de l'influence humaine, l'état des connaissances sur les futurs climatiques possibles, les informations climatiques pertinentes pour l'évaluation des risques et l'adaptation régionale, ainsi que ce qui est nécessaire, du point de vue des sciences physiques, pour limiter le changement climatique dû aux activités humaines.

Cadrage du rapport

Dans le cadre du processus de cadrage et d'approbation de la structure du sixième Rapport d'évaluation du GIEC, la structure de la contribution du GTI a évolué par rapport à celle des précédents rapports d'évaluation du GTI, de sorte à refléter à la fois les développements des sciences du climat, et l'évaluation des informations climatiques globales et régionales pertinentes pour éclairer la prise de décision.

Parmi les nouveaux sujets clés évalués par le GTI figurent la réponse planétaire à de nouveaux scénarios d'émissions illustratifs, des trames de climat physique, les éventualités de faible probabilité mais à fort impact et les conditions physiques du climat qui ont une incidence sur la société et/ou les écosystèmes (les « facteurs climatiques générateurs d'impact »).

L'intégration de multiples éléments probants consolide la compréhension des changements passés, présents et futurs du système climatique et la distillation des informations sur le changement climatique à l'échelle régionale. La nouvelle structure du rapport du GTI est conçue pour faciliter cette intégration dans l'intérêt d'une évaluation approfondie des sujets clés et faire ressortir l'évolution des connaissances touchant au changement climatique global et régional. Cela englobe l'information climatique pertinente pour l'évaluation des

risques, pour l'adaptation régionale et pour l'atténuation. Elle est aussi conçue pour éclairer la prise de décision de manière non prescriptive et pour faciliter l'intégration des principales conclusions du GTI dans les rapports des autres groupes de travail pour l'AR6.

Plan du rapport

Le rapport comprend treize chapitres thématiques et leurs suppléments, dix annexes (dont le glossaire du rapport, élaboré en concertation avec les groupes de travail II et III.), un résumé technique intégratif et un résumé à l'intention des décideurs. L'Atlas interactif en ligne est une innovation de cette évaluation du Groupe de travail I (<https://interactive-atlas.ipcc.ch>), outil inédit qui permet de manière flexible d'interagir, dans l'espace et dans le temps, avec des informations sur le changement climatique observé et prévu, ce qui renforce l'accessibilité des données évaluées dans ce rapport pour les parties prenantes et les utilisateurs.

Le Résumé à l'intention des décideurs et le Résumé technique renferment, entre accolades, des renvois vers les chapitres et les sections précises où se trouve l'évaluation détaillée. Ces documents de synthèse permettent de naviguer dans l'ensemble du rapport et résument les principales conclusions qui ont été tirées de la littérature et de l'évaluation sous-jacentes.

L'introduction (chapitre 1) du rapport situe l'évaluation réalisée par le GTI dans le cadre plus large de l'AR6 et du contexte mondial de la politique climatique et présente les concepts clés, les éléments probants et les principales avancées. Le reste du rapport est structuré en trois volets. Le premier s'intéresse au changement climatique à grande échelle (chapitres 2 à 4). On y trouve une évaluation actualisée et poussée des connaissances sur l'état présent du système climatique, l'influence humaine et les projections des changements futurs pour des indicateurs clés de grande échelle du système climatique. Le chapitre 2 évalue les changements à grande échelle observés dans le système climatique, et les situe par rapport à la perspective à long terme du contexte paléoclimatique. Le chapitre 3 met à jour l'évaluation de l'influence humaine sur le système climatique, en tenant compte de la variabilité naturelle, de la performance des modèles et de la détection et l'attribution. Le chapitre 4 traite des projections climatiques mondiales à des horizons temporels allant du court terme (2021-2040), au moyen terme (2041-2060), au long terme (2081-2100) et au-delà.

Le deuxième volet du rapport est consacré aux composantes et processus du système climatique qui jouent un rôle fondamental dans le climat planétaire et régional (chapitres 5 à 9), notamment les cycles planétaires du carbone et des autres cycles biogéochimiques, de l'énergie et de l'eau ; les facteurs de forçage climatique à courte durée de vie (SLCF) et leur lien avec la qualité de l'air ; et les changements qui concernent l'océan, la cryosphère et le niveau de la mer. Le chapitre 5 porte sur les bilans biogéochimiques planétaires du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde nitreux, ainsi que sur les rétroactions du

carbone et d'autres éléments biogéochimiques. Le chapitre 6 évalue les changements survenus dans les émissions et l'abondance des différents SLCF, la manière dont ces changements affectent le bilan énergétique de la Terre par le biais du forçage radiatif et des rétroactions du système climatique, les implications du changement climatique sur la qualité de l'air et les implications de l'atténuation des SLCF pour le climat et la qualité de l'air. Le chapitre 7 porte sur le bilan énergétique de la Terre, et les progrès réalisés dans les observations, la compréhension et la quantification du forçage radiatif effectif, ainsi que l'évaluation des rétroactions et de la sensibilité du climat. Le chapitre 8 évalue les changements observés et projetés dans le cycle global de l'eau, la compréhension physique de la complexité de sa réponse à de multiples facteurs et les implications pour la disponibilité des ressources en eau. Les processus physiques qui sous-tendent les changements globaux et régionaux dans l'océan, la cryosphère et le niveau de la mer, ainsi que la compréhension des changements observés et projetés depuis l'AR5 et le Rapport spécial sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique, sont évalués dans le chapitre 9.

Le dernier volet du rapport (chapitres 10 à 12 et Atlas) est dédié à l'évaluation et à la distillation de l'information climatique régionale à partir de multiples éléments probants d'échelle sous-continentale à locale (y compris le climat urbain) ; l'exercice prend appui sur les informations des chapitres précédents sur la compréhension des processus et du climat à grande échelle, avec une attention particulière sur les changements régionaux récents et projetés du climat moyen, des extrêmes et des facteurs climatiques générateurs d'impact. Le chapitre 10 évalue les fondements de la distillation de l'information climatique régionale à partir de multiples éléments probants et de l'interaction entre les causes anthropiques et la variabilité interne aux échelles régionales. Le chapitre 11 traite des changements des extrêmes météorologiques et climatiques à l'échelle globale et régionale, y compris les changements observés et leur attribution, ainsi que les changements projetés. Le chapitre 12 examine les conditions climatiques susceptibles d'entraîner des impacts et des risques dans toutes les régions du monde. Les changements du climat moyen à l'échelle régionale, notamment les tendances observées et leur attribution, ainsi que les changements projetés des températures et des précipitations, sont évalués dans le chapitre consacré à l'Atlas.

L'Atlas interactif permet de réaliser des analyses flexibles, dans l'espace et dans le temps, des variables climatiques, des indices d'extrêmes et des facteurs climatiques générateurs d'impact, y compris les jeux de données sur lesquels reposent les conclusions de l'évaluation dans les chapitres du rapport et les synthèses des changements régionaux.

Certains chapitres renferment des études de cas régionales spécifiques, notamment les changements pluviométriques au Sahel et en Afrique de l'Ouest, dans le sud-ouest de l'Amérique du Nord et le sud-est de l'Amérique du Sud ; l'information climatique pertinente pour les ressources en eau dans les petites îles, pour la sécheresse au Cap, la mousson d'été en Inde, le réchauffement estival en Méditerranée et la région himalayenne de l'Hindou Kouch ; les processus et les tendances propres au climat urbain ; et l'influence de l'Arctique sur le climat des latitudes moyennes.

Tous les chapitres contiennent des Foires aux Questions (FAQ) qui sont basées sur l'évaluation et sont rédigées dans un langage accessible à un plus large public ; elles peuvent servir de ressources pour l'enseignement et à la vulgarisation.

Chaque chapitre s'accompagne d'un matériel supplémentaire, disponible en ligne ; cela fournit traçabilité et transparence pour les aspects techniques de l'évaluation, comme la description des jeux de données, des modèles ou des méthodologies qui sous-tendent les analyses du chapitre.

La démarche

Le rapport d'évaluation du GTI a vu le jour grâce aux efforts concertés de centaines d'experts de premier plan dans le domaine des sciences du climat et a été préparé conformément aux principes et procédures du GIEC.

Une réunion de cadrage consacrée au sixième Rapport d'évaluation s'est tenue en mai 2017 et les grandes lignes des contributions des trois groupes de travail ont été approuvées lors de la 46e session du Groupe d'experts en septembre 2017. Les gouvernements et les organisations ayant le statut d'observateur auprès du GIEC ont nommé des experts pour l'équipe d'auteurs. L'équipe formée de 198 auteurs coordonnateurs principaux et auteurs principaux et 36 éditeurs de relecture, sélectionnés par le Bureau du Groupe de travail I, a été acceptée lors de la 55e session, en janvier 2018, du Bureau du GIEC. Au cours de la préparation du rapport, quelques changements ont été apportés afin de combler certaines lacunes pour des domaines clés d'expertise et pour remplacer les auteurs qui n'étaient plus disponibles. De plus, 615 auteurs contributeurs ont fourni des informations aux équipes d'auteurs, à leur demande.

Les versions préliminaires élaborées par les auteurs ont fait l'objet de deux séries de relecture et de révision, suivies d'une dernière série de commentaires de gouvernements sur le Résumé à l'intention des décideurs. Au total, 78 007 commentaires écrits ont été soumis par 1 891 experts et 47 gouvernements. Les éditeurs de relecture de chaque chapitre ont suivi le processus de relecture afin de veiller à ce que tous les commentaires soient dûment pris en considération. Tous les commentaires et les réponses qui y ont été apportées sont disponibles en ligne, sur le site Web consacré au rapport.

Trois réunions en personne des auteurs principaux ont eu lieu dans le but de stimuler la progression et la coordination du processus d'évaluation. Elles se sont avérées cruciales pour assurer l'intense coordination entre chapitres qu'implique la nouvelle structure du rapport.

Nous nous sommes efforcés de favoriser un environnement inclusif permettant d'obtenir un processus d'évaluation rigoureux et transparent. Ces efforts ont notamment consisté à accorder une plus grande attention aux biais implicites et aux questions techniques, afin d'améliorer la participation de toutes et tous et à accroître l'accessibilité des informations évaluées.

Pour la première fois au sein du GIEC, le GTI a recommandé d'observer les principes FAIR (données localisables, accessibles, interopérables et réutilisables) pendant l'évaluation, afin de rassembler et de conserver les données évaluées et incluses dans le rapport. Cette initiative était motivée par l'intérêt d'accroître la transparence et l'accessibilité de l'évaluation, de soutenir la mise en œuvre du protocole de traitement des erreurs adopté par le GIEC et d'assurer la conservation à long terme des informations numériques évaluées. Ce processus a bénéficié de l'étroite collaboration mise en place avec l'Équipe spéciale du GIEC pour les données servant aux évaluations du changement climatique (TG-Data), mise en place en mars 2018.

L'Organisation mondiale de la Santé a déclaré la pandémie de COVID-19 alors que débutait la relecture du deuxième projet de texte. À la suite d'une large consultation avec les pays membres du GIEC, les auteurs et la communauté scientifique, y compris les rédacteurs en chef de revues scientifiques, l'échéancier du rapport a été repoussé de quatre mois compte tenu, d'une part, des retards et difficultés rencontrés par les auteurs et les scientifiques et, d'autre part, de la dynamique et du rythme de l'évaluation à préserver. Le processus de relecture est indispensable pour assurer la rigueur, l'objectivité et l'exhaustivité de l'évaluation. Les ajustements apportés à l'échéancier ont facilité une large participation des scientifiques et des gouvernements au processus. La rigueur et la qualité scientifique de l'évaluation ont été maintenues malgré la pandémie.

La quatrième réunion d'auteurs, qui devait se tenir en juin 2020, a été remplacée par d'intenses échanges virtuels destinés à examiner les commentaires touchant le deuxième projet de texte et les sujets transverses recoupant plusieurs chapitres. Une dernière réunion virtuelle des auteurs principaux a eu lieu en février 2021 pour finaliser le rapport. Les réunions de rédaction du Résumé à l'intention des décideurs se sont également déroulées en ligne.

L'incidence de la COVID-19 sur le processus d'évaluation a exigé d'innover sur plusieurs plans dans le souci de faciliter la collaboration virtuelle à l'échelle internationale : assistance et formation supplémentaires offertes aux participants et aux facilitateurs, aide aux participants ayant des difficultés de connexion à Internet, davantage de préparation à l'avance, réunions plus courtes et plus ciblées, dotées d'ordres du jour et d'objectifs clairs et dédoublées en fonction des fuseaux horaires des participants, degré élevé de transparence – notamment en transmettant des résumés écrits des réunions et des décisions et en accordant assez de temps pour les contributions asynchrones aux discussions et au processus de prise de décision.

L'identification et la compréhension des obstacles à la participation découlant d'un recours élargi aux activités en ligne, ainsi que le respect des pratiques inclusives, ont nécessité une attention prioritaire dans ces conditions inédites. Nous nous sommes familiarisés avec les méthodes propres à faciliter la participation et l'inclusion et nous avons jugé nécessaire d'encourager ces approches tout au long de la démarche d'évaluation, à la fois pendant et entre les réunions, afin de bâtir une communauté de pratique plus forte dans ce contexte international exceptionnel. Il s'agit là d'un acquis important pour les cycles d'évaluation à venir.

La préparation du rapport du GTI de l'AR6 a également profité des recommandations issues de plusieurs réunions d'experts du GIEC. La première réunion était centrée sur l'évaluation de l'information climatique pour les régions (co-organisée en 2018 par le GTI et le GTII, accueillie par l'ICTP de Trieste, Italie), afin de définir le cadrage de l'Atlas interactif. La deuxième réunion a porté sur les facteurs de forçage climatique à courte durée de vie (co-organisée en 2018 par l'Équipe spéciale pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre et le GTI, au siège de l'Organisation météorologique mondiale à Genève, Suisse) ; on y a recensé les progrès scientifiques de la compréhension des émissions et des effets climatiques des SLCF et déterminé les améliorations à apporter aux méthodologies et aux inventaires d'émissions. La troisième réunion, consacrée à l'atténuation, à la soutenabilité et aux scénarios de stabilisation du climat (organisée par le GTIII en 2019 à Addis-Abeba, Éthiopie), a conduit à une coordination entre les groupes de travail en lien avec les scénarios. Les recommandations en matière de clarté et de lisibilité issues de la réunion d'experts du GIEC sur la communication (organisée en 2016 par le Secrétariat du GIEC à Oslo, Norvège) ont été prises en compte pour élaborer les orientations techniques, les formations et les ressources destinées aux auteurs, en particulier pour préparer le texte et les figures des Foires aux Questions (FAQ) et du Résumé à l'intention des décideurs.

Le Résumé à l'intention des décideurs a été approuvé ligne par ligne pendant la toute première session virtuelle d'approbation organisée par le GIEC, à la 14^e session du Groupe de travail I tenue du 26 juillet au 6 août 2021, et le rapport a été accepté à la 54^e session du GIEC, le 6 août 2021.

Remerciements

Nous sommes très reconnaissants aux auteurs coordonnateurs principaux et aux auteurs principaux de la rigueur exceptionnelle et du dévouement dont ils ont fait preuve à titre bénévole tout au long du processus, produisant l'évaluation la plus complète jamais réalisée de la compréhension physique du changement climatique. Nous remercions les éditeurs de relecture qui ont veillé avec les équipes d'auteurs à ce que les chapitres tiennent pleinement compte des apports fournis dans le cadre du processus de relecture. Nous exprimons notre sincère gratitude à tous les relecteurs gouvernementaux et experts, et notamment plusieurs relectures par des groupes de scientifiques en début de carrière. Nous remercions les nombreux auteurs contributeurs pour leurs apports et leur appui important aux auteurs.

Des remerciements particuliers sont adressés aux assistants scientifiques intervenant en appui aux différents chapitres du rapport, qui ont largement dépassé nos attentes : Kari Alterskjaer, Lisa Bock, Katherine Dooley, Gregory Garner, Mathias Hauser, Tim Hermans, Lijuan Hua, Carley Iles, Maialen Iturbide, Laurice Preciado Jameró, Martin Jury, Megan Kirchmeier Young, Chancy Kuo, Hui-Wen Lai, Alice Lebehoh, Elizaveta Malinina Rieger, Sebastian Milinkski, Therese Myslinski, Tamzin Palmer, Browdie Pearson, Stephane Senesi, Jérôme Servonnat, Chris Smith, David Smyth, Sabin Thazhe Purayil, Emilie Vanvyve, Tania Villasenor Jorquera, Hui Wan et Kyung- Sook Yu. Ces assistants scientifiques, recrutés par le ou les auteurs coordonnateurs principaux auxquels ils rendaient directement compte,

Préface

ont procuré un appui technique aux chapitres, vérifiant et compilant les références, produisant les versions successives des figures, vérifiant la traçabilité, cernant les doublons ou les incohérences entre les chapitres et assurant l'édition technique, entre autres choses.

Nous remercions les vice-présidents du Bureau du GTI de leur dévouement, leurs conseils et leur sagesse, tout au long de la préparation du rapport, ainsi que de leur soutien à la coordination entre les groupes de travail : Edvin Aldrian, Fatima Driouech, Gregory Flato, Jan Fuglestedt, Muhammad I. Tariq, Carolina Vera et Noureddine Yassaa.

Nous sommes reconnaissants aux pays et institutions qui ont accueilli les réunions d'auteurs du GTI, à savoir l'Administration météorologique chinoise pour la première réunion, Environnement Canada pour la deuxième et Météo France pour la troisième. Nous remercions également le Ministère de la science, la technologie, la connaissance et l'innovation et le Ministère de l'environnement du Chili qui ont offert d'accueillir la quatrième réunion d'auteurs, qui n'a pu se dérouler en personne du fait de la pandémie de COVID-19.

L'appui apporté par les gouvernements et les institutions, de même que les contributions au fonds d'affectation spéciale du GIEC, a été vivement apprécié car il a permis la participation des équipes d'auteurs pour l'élaborer de ce rapport. Le fonctionnement efficace de l'Unité d'appui technique du GTI a été rendu possible par le généreux soutien financier du gouvernement français et par le soutien administratif et informatique fourni par l'Université Paris-Saclay, l'Institut Pierre-Simon-Laplace (IPSL) et le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE). Nous tenons à remercier l'Agence norvégienne pour l'environnement pour son soutien à l'élaboration des graphiques du Résumé à l'intention des décideurs. Nous remercions la bibliothèque du Programme des Nations Unies pour l'environnement d'avoir offert aux auteurs un service d'accès à la littérature scientifique.

L'approbation du Résumé à l'intention des décideurs du GTI a pris place dans un contexte inédit, les restrictions de voyage imposées par la COVID-19 rendant impossible une session plénière en personne. Nous saluons l'appui et les conseils prodigués par le Comité exécutif du GIEC et les efforts infatigables déployés par le groupe spécial mis sur pied afin de seconder les coprésidents dans la préparation de la session d'approbation. Sous la direction de Ko Barrett, vice-présidente du GIEC, le groupe spécial réunissait Fatima Driouech, Greg Flato et Edvin Aldrian, vice-présidents du GTI, Anna Pirani et Sarah Connors de l'Unité d'appui technique du GTI et Ermira Fida du Secrétariat du GIEC. Il a rédigé pour les participants des instructions sur le déroulement de la session et un plan de réunion soigneusement pensé afin de permettre le processus d'approbation en ligne.

Cette approbation a eu lieu pour la première fois virtuellement et a nécessité plus de 186 heures de réunions en ligne. Nous remercions tous les participants pour l'esprit de collaboration remarquable et le travail rigoureux qui ont marqué la session. Les vice-présidents du GIEC, Ko Barrett, Thelma Krug et Youba Sokona, n'ont ménagé aucun effort pour faciliter les échanges entre les auteurs et les délégations et ont apporté un soutien essentiel au succès du processus d'approbation. Nous sommes également reconnaissants aux vice-présidents du GTI, ainsi qu'à Mark Howden et Andy Reisinger, respectivement vice-président du GTII et du GTIII, et à Jim Skea, coprésident du GTIII, pour l'aide qu'ils ont apportée au bon déroulement

des discussions. Plusieurs membres des Unités d'appui technique du GTII et du GTIII, d'anciens stagiaires et des assistants scientifiques affectés à la préparation des chapitres ont aidé l'Unité d'appui technique du GTI à accomplir cet effort de coordination herculéen.

Nous remercions très chaleureusement l'appui collégial et collaboratif apporté par Melinda Tignor, Elvira Poloczanska, Katja Mintenbeck, Bard Rama, Almut Niebuhr, Vincent Möller, Sina Lösckke, Komila Nabiyeva, Andrés Alegría, Stefanie Langsdorf, Andrew Okem, Marlies Craig, Anka Mühle, Philisiwe Manqele, Stefan Weisfeld, Jussi Savolainen et Mallou de l'Unité d'appui technique du Groupe de travail II ; Roger Fradera, Raphael Slade, Alaa Al Khourdajie, Minal Pathak, Sigourney Luz, Malek Belkacemi, David McCollum, Renée van Diemen, Shreya Some, Purvi Vyas, Juliette Malley et Géninha Lisboa de l'Unité d'appui technique du Groupe de travail III ; et Noémie Le Prince-Ringuet de l'Unité d'appui technique du Rapport de synthèse.

Nous saluons l'étroite collaboration établie avec les auteurs et les membres du Bureau des Groupes de travail II et III, y compris leur apport en tant qu'auteurs collaborateurs à de nombreuses parties du rapport. Nous remercions les coprésidents Debra Roberts, Hans-Otto Portner, Jim Skea et Priyadarshi R. Shukla de l'esprit d'équipe et de collégialité entre les groupes de travail qui a caractérisé l'AR6. Notre reconnaissance va également à Eduardo Calvo Buendía et Kyoto Tanabe, coprésidents de l'Équipe spéciale pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, pour leur appui et leur collaboration.

Nous remercions Hoesung Lee, Président du GIEC, Abdalah Mokssit, Secrétaire du GIEC, et le personnel du Secrétariat du GIEC : Ermira Fida, Jonathan Lynn, Judith Ewa, Mxolisi Shongwe, Jennifer Lew Schneider, Jesbin Baidya, Werani Zabula, Nina Peeva, Melissa Walsh, Joelle Fernandez, Laura Biagioni et Oksana Ekzarkho pour leurs conseils et leur soutien à la mise en œuvre des nombreuses facettes du processus du GIEC. Nous sommes reconnaissants d'avoir pu travailler ensemble à de multiples activités de communication. Nous remercions Sue Escott de nous avoir aidés sans relâche à améliorer la façon de communiquer les conclusions de l'évaluation.

Nous tenons à souligner l'appui offert par l'équipe de SHIFT Collaborative – en les personnes de Stacy Barter et Michelle Colussi – et l'appui généreux du Gouvernement canadien s'agissant de la formation et des outils sur les pratiques inclusives dans un contexte de prise de décision par consensus ; nous les avons mis à profit pour rendre le processus d'évaluation plus inclusif, y compris lors du passage à un mode purement virtuel. Nous avons apprécié la présence à nos côtés de Jessica O'Reilly et Mark Vardy, qui ont réalisé tout au long de la démarche une étude ethnographique de la façon dont les auteurs mènent à bien une évaluation du GIEC ; nous attendons avec impatience les résultats de leurs travaux.

L'un des grands accomplissements du rapport est l'Atlas interactif du GTI, mis au point par l'équipe chargée du chapitre correspondant. L'Atlas est dédié à la mémoire de Gemma Teresa Narisma, qui a assuré la codirection de ce chapitre inédit avec son leadership exceptionnel et sa vaste expérience de la recherche sur le climat régional. Le développement et la mise en œuvre technique de l'Atlas ont bénéficié d'une contribution en nature du Gouvernement espagnol par le biais de l'Institut de physique de Cantabrie (du Conseil supérieur des recherches scientifiques), en

partenariat avec Predictia Intelligent Data Solutions. Nous saluons le financement reçu du programme espagnol de recherche et développement (réf. PID2019-111481RB-I00). Nous exprimons notre gratitude aux centres de modélisation et aux institutions qui produisent et communiquent les jeux de données utilisés dans ce travail. L'Atlas interactif a été mis en ligne le 9 août 2021, date de parution du rapport ; le site a été consulté par plus d'un demi-million d'utilisateurs pendant le premier mois.

L'Unité d'appui technique du GTI a entrepris d'archiver les données et les codes du rapport sur les conseils et avec l'aide d'un large groupe de contributeurs. Nous sommes redevables envers les membres de l'Équipe spéciale pour les données servant aux évaluations du changement climatique de leur supervision, leurs conseils avisés et leurs encouragements constants, notamment les coprésidents de l'Équipe spéciale, David Huard et Sebastian Vicuna, et les membres représentant la communauté scientifique du GTI, Michio Kawamiya, Silvina Solman, José Manuel Gutierrez et Nana Ama Browne Klutse. Pour la préparation de l'archivage des données et des codes afférents aux figures, nous remercions tout particulièrement Lina Sitz, notre contractante dévouée.

Le Centre de diffusion des données (DDC) du GIEC a été indispensable à l'accomplissement de cette tâche. S'agissant de l'archivage des données des figures, nous sommes redevables à Charlotte Pascoe, Kate Winfield et Martin Jukes du Centre d'analyse des données environnementales du Royaume-Uni (CEDA). Nous remercions Martina Stockhause du Centre allemand de calcul climatique (DKRZ) pour l'archivage des données des modèles climatiques utilisées dans le rapport et les jeux de données intermédiaires évalués. La société MetadataWorks a procédé au transfert des métadonnées relatives aux données/codes archivés dans le catalogue du GIEC, ce dont nous le remercions. Enfin, nous saluons l'aide financière fournie par les gouvernements du Royaume-Uni et de l'Allemagne, sans laquelle il n'aurait pas été possible d'archiver les données au DDC.

Nous adressons des remerciements spéciaux à l'équipe de conception visuelle du Résumé à l'intention des décideurs, Tom Johansen et Angela Morelli de Information Design Lab et Jordan Harold et Irene Lorenzoni du Centre Tyndall pour la recherche sur le changement climatique, ainsi qu'à Nigel Hawtin pour l'appui à la conception graphique du rapport. Nous tenons à remercier Alisa Singer d'avoir créé l'œuvre d'art Changing

(Changement), inspirée d'une figure scientifique, qui illustre la couverture du rapport.

Nous tenons à remercier tout particulièrement l'Unité d'appui technique du GTI, dont le dévouement inlassable, le professionnalisme et l'enthousiasme ont permis de produire le rapport. Ce dernier n'aurait pas vu le jour sans la détermination des membres de l'Unité d'appui technique, tous nouveaux au sein du GIEC, qui ont relevé le défi sans précédent du sixième Rapport d'évaluation et ont joué un rôle central dans tous les aspects de la préparation : Anna Pirani, Clotilde Péan, Sarah Connors, Yang Chen, Robin Matthews, Melissa Gomis, Sophie Berger, Leah Goldfarb, Rong Yu, Baiquan Zhou, Ozge Yelekcı, Nada Caud, Katherine Leitzell, Tom Maycock, Mengtian Huang, Elisabeth Lonnoy, Tim Waterfield et Diego Cammarano.

Nous saisissons cette occasion pour remercier les anciens membres de l'Unité d'appui technique du GTI Wilfran Moufouma-Okia, Roz Pidcock et Rodrigo Manzanos. Nous saluons également l'apport de Margot Eyraud, Evéa Piedagnel, Mathilde Mousson et Felix Chavelli, stagiaires au sein de l'Unité d'appui technique.

Nous souhaitons exprimer notre sincère reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à l'évaluation du GTI malgré les conditions particulières dues à la pandémie de COVID-19, les contraignant à travailler à leur domicile dans des conditions si difficiles.

Enfin, au nom de tous les participants à cette expérience sans précédent, nous remercions pour leur compréhension et leur soutien les collègues, amis et familles qui ont également pris part à cette aventure intense.

Ce rapport montre que l'ampleur du changement climatique à venir dépend des décisions que nous prenons aujourd'hui, et décrit ce à quoi nous devons nous préparer. Nous souhaitons qu'il soit largement utilisé pour fournir des connaissances fondées sur les éléments probants afin d'éclairer la prise de décision, mais aussi pour l'enseignement et la formation, et pour améliorer la littéracie climatique dans le monde.



Valérie Masson-Delmotte
Coprésidente du Groupe de travail I, GIEC

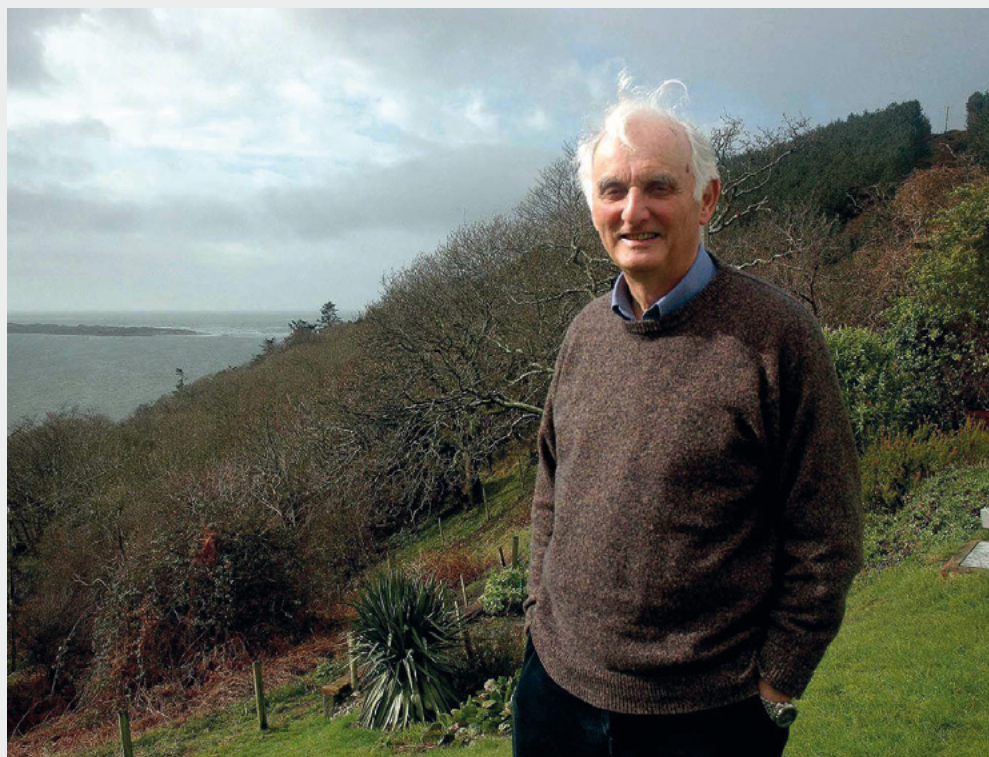


Panmao Zhai
Coprésident du Groupe de travail I, GIEC

Hommage

Sir John Houghton

(30 décembre 1931 – 15 avril 2020)



La contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) intitulé *Changement climatique 2021 : Les bases scientifiques physiques* est dédiée à la mémoire de Sir John Houghton, l'une des grandes figures de la création du GIEC en 1988, qui a présidé et coprésidé les travaux du Groupe de travail I sur les trois premiers rapports d'évaluation, de 1988 à 2002.

M. Houghton a largement concouru, par ses travaux, à l'attribution du prix Nobel de la paix au GIEC en 2007, partagé avec l'ancien Vice-Président américain Al Gore. Il a contribué au développement des sciences du climat et à la mise en place d'une coopération internationale fondée sur la recherche climatique. Il a tenu un rôle essentiel pour garantir une interface science-politique robuste, au sein des processus du GIEC ; mais son rôle dans la recherche scientifique internationale s'est étendu au-delà du GIEC, notamment en contribuant à la création du Programme mondial de recherche sur le climat, qu'il a présidé de 1982 à 1984.

Sir John savait communiquer brillamment avec ses collègues scientifiques, les décideurs et le grand public, expliquant les faits et les menaces du changement climatique avec clarté et franchise..

Contents

Partie liminaire

Avant-propos	v
Préface	vii
Hommage	xiii

RID

Résumé à l'intention des décideurs	3
--	---

RT

Résumé technique	39
------------------------	----

FAQs

Foires aux questions	167
----------------------------	-----

Glossaire

Glossaire	241
-----------------	-----

