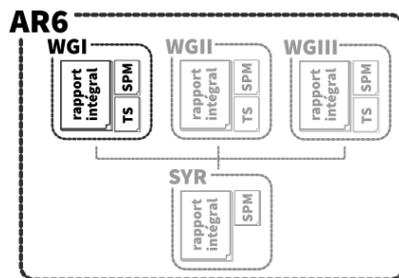




6^e rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec)

1^{er} volume : les sciences physiques
du changement climatique

Synthèse du Résumé à l'intention des décideurs du Giec



Rendu public le 9 août 2021

Rédacteur : Mark Tuddenham
Rédacteur adjoint : Colas Robert

Dossier de fond publié par le Citepa le 16 septembre 2021

Il est recommandé de consulter ce document à l'écran ou de l'imprimer en couleur,
les échelles d'incertitude du Giec y étant indiquées par des codes couleur

Sommaire

Introduction.....	3
Le Giec, ses rapports, ses groupes de travail et sa méthodologie	4
Qu'est-ce que le Giec ?.....	4
Les rapports du Giec	4
Organisation et méthodologie.....	5
Le 6^e rapport d'évaluation : généralités.....	6
L'identification des limites des connaissances et des sources d'incertitude	6
Auteurs, relecture et articles pris en compte	7
Les scénarios de référence pour l'AR6	7
Structure et calendrier de publication de l'AR6.....	10
Le 1^{er} volume du 6^e rapport d'évaluation : les sciences physiques du changement climatique	12
Introduction.....	12
Quels sont les nouveaux éléments de l'AR6, et plus spécifiquement de son 1 ^{er} volume ?.....	13
A) Etat des lieux du climat actuel	14
B) Projections sur le possible climat du futur	18
C) Des informations sur le climat pour l'évaluation des risques et l'adaptation au niveau régional..	22
D) Limiter le futur changement climatique	23
Focus sur les nouveaux PRG de l'AR6	27
Que retenir du résumé à l'intention des décideurs ?	29
Lectures essentielles	31

Introduction

Le Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) a publié le 9 août 2021 le premier volume de son 6^e rapport d'évaluation (*6th Assessment Report* ou AR6) sur le changement climatique. Il s'agit de la contribution du groupe de travail I (*Working group I* ou WGI) consacrée aux sciences physiques du changement climatique (*Climate Change 2021 : The Physical Science Basis*), c'est-à-dire l'évaluation des nouvelles informations et données à partir des observations du système climatique, des archives paléoclimatiques, des modélisations, etc.

Cette publication intervient après la 14^e session du WGI (WGI-14) qui s'est tenue en visio-conférence du 26 juillet au 6 août 2021 ([lire notre brève](#)) pour finaliser et adopter le résumé à l'intention des décideurs [politiques] (*Summary for Policymakers* ou SPM) du premier volume de l'AR6.

Au cours de ces deux semaines de discussions, le WGI a ainsi approuvé ligne par ligne ce résumé. Le texte final a ensuite été soumis aux représentants de l'ensemble des [195 pays membres](#) du Giec réunis lors de sa 54^e session plénière pour adoption formelle à l'unanimité.

Le résumé à l'intention des décideurs, document clé de 42 pages représentant une déclaration consensuelle formelle sur les principaux résultats du premier volume de l'AR6, a donc été rendu public le 9 août 2021, ainsi que le rapport intégral de 3 949 pages et plusieurs autres documents d'appui ([voir section Lectures essentielles en fin de ce dossier, p.31](#)).

Le rapport intégral, rédigé par 234 auteurs de 66 pays à partir de l'analyse de plus de 14 000 articles et études scientifiques, constitue l'évaluation la plus à jour des connaissances scientifiques sur les bases physiques du changement climatique.

Le Citepa a construit un dossier de fond (DdF) qui vise à synthétiser les messages clés du SPM, tout en présentant des éléments de contexte sur le Giec et ses travaux en général.

Le Giec, ses rapports, ses groupes de travail et sa méthodologie

Qu'est-ce que le Giec ?

► Les missions du Giec

Le Giec, connu également par son acronyme anglais IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), a été établi en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Il a pour mission d'évaluer, sans parti pris et de façon méthodique, claire et objective, les travaux et informations scientifiques, techniques et socio-économiques qui sont pertinents pour comprendre les bases scientifiques du changement climatique, ses risques, ses impacts et conséquences réels et potentiels, ainsi que les options pour l'atténuation du phénomène (la réduction des émissions de gaz à effet de serre [GES] et l'augmentation des puits de carbone) et l'adaptation à celui-ci. Le Giec n'a pas pour mandat d'effectuer des travaux de recherche, ni de suivre l'évolution des variables climatologiques.

Des centaines de spécialistes reconnus (climatologues, agronomes, astrophysiciens, biogéochimistes, , biologistes, économistes, géologues, glaciologues, hydrologues, météorologues, océanographes, paléontologues, physiciens,...) provenant du monde entier contribuent à l'élaboration des rapports du Giec en tant qu'auteurs, contributeurs ou relecteurs. Les évaluations du Giec sont principalement fondées sur les informations contenues dans les publications, revues et ouvrages scientifiques, techniques et socio-économiques dont la valeur scientifique est largement reconnue et qui sont disponibles à l'échelle internationale. Le Giec s'appuie en priorité sur les articles, études et autres travaux publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture (évaluation scientifique réalisée par des pairs). A partir de cet énorme corpus scientifique existant (plusieurs milliers de publications), le Giec élabore des rapports et des synthèses et construit des scénarios d'évolution du climat.

Les rapports du Giec

► Les rapports d'évaluation

L'une des principales tâches du Giec consiste à procéder, à intervalles réguliers, à une **évaluation de l'état des connaissances relatives au changement climatique**. A ce jour, le Giec a publié cinq rapports d'évaluation complets (1990, 1996, 2001, 2007 et 2013-2014), chacun composé de trois tomes (sciences physiques, impacts/adaptation, atténuation). Chacun des trois tomes est accompagné d'un **résumé pour les décideurs** [politiques] condensant et synthétisant leurs résultats et conclusions respectifs sous une forme interprétable par les décideurs politiques. Le Giec a lancé son 6^e cycle d'évaluation en 2016. Lors de sa 46^e session (6-10 septembre 2016 à Montréal), le Giec s'est mis d'accord sur les grandes lignes (*outlines*) de son 6^e rapport d'évaluation (AR6) qui sera publié en 2021-2022.

Les rapports d'évaluation du Giec constituent une référence, dressant un bilan mondial rigoureux, détaillé et éclairé de l'état actuel des connaissances scientifiques sur le changement climatique, tant pour les scientifiques eux-mêmes que pour les décideurs du monde entier. Ces rapports constituent un apport scientifique solide aux négociations internationales sur le climat dans le cadre de la Convention Climat, du Protocole de Kyoto et de l'Accord de Paris. Le Giec contribue notamment à sa mise en œuvre par ses travaux sur les **méthodes à appliquer pour la réalisation des inventaires nationaux d'émission de GES**.

Les rapports d'évaluation du Giec : éclairer mais non préconiser

Tous comme les cinq rapports d'évaluation précédents, l'AR6 livre l'état des connaissances le plus complet et le plus actualisé sur le changement climatique pour les six années à venir. L'AR6 doit être pertinent pour la prise de décision politique (*policy-relevant*) mais ne doit en aucun cas préconiser de choix de nature politique (*policy-prescriptive*). En clair, il peut donner l'alerte mais il incombe aux Gouvernements d'agir pour lutter contre le changement climatique, en réduisant leurs émissions nationales de GES, en préservant et en augmentant leur puits de carbone et/ou en s'adaptant au changement climatique.

► Les rapports spéciaux

Le Giec élabore également des rapports spéciaux qui sont des évaluations portant sur une thématique spécifique et suivent en général la même structure que celle d'un rapport d'évaluation. Ils sont également soumis au même processus de rédaction, de revue et d'approbation que les rapports d'évaluation (*voir section « Méthodologie » plus loin*). Parmi les rapports spéciaux déjà publiés figurent :

- les énergies renouvelables et l'atténuation du changement climatique (2011),
- le captage et le stockage du CO₂ (2005),
- la préservation de la couche d'ozone et le système climatique mondial : les questions relatives aux HFC et aux PFC (2005).

Lors de sa 43^e session (11-13 avril 2016 à Nairobi, Kenya), le Giec s'est engagé à produire **trois rapports spéciaux** au cours du 6^e cycle :

- [impacts du réchauffement de +1,5°C et trajectoires d'émissions de GES associées](#) (*lire notre dossier de fond*), publié le 8 octobre 2018,
- [désertification, dégradation de sols, gestion durable des terres, sécurité alimentaire et flux de GES dans les écosystèmes terrestres](#) (rapport dit « Climat et terres »), publié le 8 août 2019 (*lire notre brève*),
- [océans et cryosphère](#), publié le 25 septembre 2019 (*lire notre brève*).

Organisation et méthodologie

► Les trois groupes de travail du Giec

Dans le cadre de la préparation de ses rapports d'évaluation, le Giec a mis en place trois groupes de travail en son sein qui travaillent chacun à leur contribution à l'ouvrage d'ensemble :

- **Groupe de travail I** (*Working Group I* ou [WGI](#)) : sciences physiques du changement climatique,
- **Groupe de travail II** ([WG II](#)) : impacts, adaptation et vulnérabilité,
- **Groupe de travail III** ([WG III](#)) : atténuation du changement climatique (les solutions envisageables, c'est-à-dire les options politiques et les mesures de réduction des GES, ainsi que les coûts socio-économiques de ces options).

Les activités de chaque groupe de travail sont coordonnées et gérées par une **unité de soutien technique** ([TSU](#) en anglais) qui est financée par le pays hôte associé. La TSU du WG I est située en France, au sein de l'Université Paris Saclay (*voir l'équipe*). Cette TSU est ainsi soutenue financièrement par le Gouvernement français (Ministère des Affaires étrangères, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Ministère de la Transition Ecologique), ainsi que par l'Ademe. La TSU bénéficie également du soutien informatique du Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement ([LSCCE](#))/Institut Pierre-Simon Laplace ([IPSL](#)). La TSU du WG II est située en Allemagne et celle du WG III au Royaume-Uni.

Chaque groupe de travail est co-présidé par deux experts éminents, accrédités par leur Gouvernement et représentant respectivement un pays industrialisé et un pays en développement ou émergent. Ainsi, [Valérie Masson-Delmotte](#), climatologue française, est [co-Présidente du WG I](#) avec Panmao Zhai (Chine).

► Méthodologie : processus d'élaboration et d'évaluation des rapports du Giec

Les rapports du Giec sont soumis à un processus d'examen (*review*) rigoureux pour permettre une évaluation objective, neutre, transparente et complète des informations et données scientifiques les plus récentes disponibles. Des experts (au sein des organismes de recherche et des Gouvernements) sont sollicités en tant que relecteurs (*reviewers*) pour donner leur avis sur les projets de chapitres ou les projets de rapports dans leur ensemble. Des correcteurs techniques (*review editors*) aident les équipes d'auteurs dans ce processus, leur mission étant notamment de s'assurer que tous les commentaires formulés par les relecteurs sont bien pris en compte par les auteurs. Par souci de transparence, les commentaires des relecteurs et les réponses des auteurs sont publiés après validation finale et publication complète des rapports du Giec. Ce processus d'examen est réalisé d'abord par les experts scientifiques, puis conjointement par ces mêmes experts et les Gouvernements.

Le 6^e rapport d'évaluation : généralités

L'identification des limites des connaissances et des sources d'incertitude

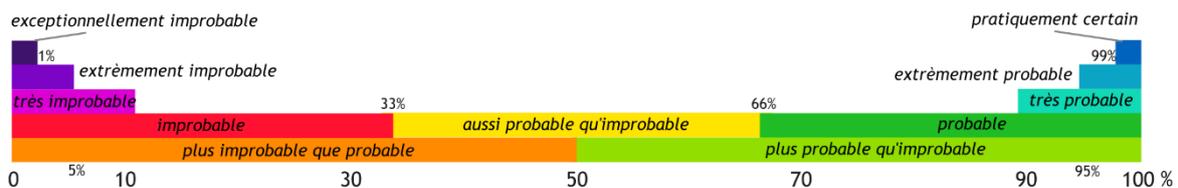
► La représentation du degré de certitude dans l'AR6

Comme dans les rapports d'évaluation précédents, le degré de certitude des principaux résultats de l'AR6 est basé sur les évaluations des connaissances scientifiques qui sous-tendent ces résultats. Il est exprimé de quatre façons différentes mais complémentaires :

- par la robustesse des **mis en évidence** [preuves scientifiques disponibles] **[E]**¹ (voir schéma ci-après),
- la confiance vis-à-vis de la validité des résultats est basée sur le degré d'**accord** **[A]**,
- par un niveau de **confiance** qualitatif **[C]**, et
- là où c'est possible, il est quantifié en termes de **probabilité** **[P]**.

Dans l'AR6, les termes qualifiant les degrés de confiance, de mises en évidence, d'accord et de probabilité sont indiqués en *italiques* dans le corps du texte mais dans la synthèse du Citepa qui suit², le degré de certitude est simplifié de la façon suivante :

[P] Probabilité



[C] Degré de confiance



[E] Mises en évidence



[A] Accord



Source : Citepa d'après le Giec.

Les lettres P et C sont indiquées dans la présente synthèse entre crochets et en couleur en fonction du paramètre et du degré d'intensité. Les lettres E et A ne sont pas reprises dans la présente synthèse car ces termes ne figurent pas dans le SPM, mais uniquement dans le rapport intégral. A noter enfin que, dans un souci de cohérence, ce langage calibré du Giec utilisé dans le SPM du 1^{er} volume de l'AR6 est le même que celui utilisé dans le rapport spécial +1,5°C, et le 5^e rapport d'évaluation (AR5).

¹ Evidence en anglais (= preuves scientifiques).

² Ajout du Citepa pour faciliter la compréhension. Par ailleurs, les éléments indiqués en gras dans le corps du texte sont également un ajout du Citepa par rapport au résumé d'origine du Giec.

Auteurs, relecture et articles pris en compte

► Catégories des auteurs de l'AR6

Trois catégories de contributeurs principaux ont participé à l'élaboration de l'AR6 :

- les auteurs principaux coordonnateurs (*coordinating lead authors*),
- les auteurs principaux (*lead authors*) chargés d'élaborer le contenu des chapitres,
- les correcteurs techniques³ (*review editors*), chargés de faire le lien entre auteurs et relecteurs et ainsi de garantir l'intégrité du processus d'examen.

Le premier volume de l'AR6, c'est-à-dire la contribution du WG I, qui a été publié le 9 août 2021, a été rédigé par [234 auteurs de 66 pays](#) à partir de l'analyse de plus de 14 000 articles et études scientifiques.

Sur les [234 auteurs](#), 11 (soit 5%) sont rattachés à des organismes de recherche basés en France, dont 10 sont de nationalité française.

► Commentaires de relecture

Au total, **78 007 commentaires** ont été soumis dans le cadre de la relecture, dont :

- 23 462 pour la première version du projet de rapport (*first order draft*) : relecture par les experts,
- 51 387 pour la deuxième version du projet de rapport (*second order draft*) : relecture par les experts et les Gouvernements,
- 3 158 pour la version finale du projet de rapport (*final draft*) : relecture par les Gouvernements).

► Articles et études pris en compte

La date limite fixée pour la prise en compte des articles et études scientifiques dans la version finale du premier volume de l'AR6 était le **31 janvier 2021**.

(Source : Giec, [Sixth Assessment Report, Fact sheet](#), juin 2021).

Les scénarios de référence pour l'AR6

► Généralités

Principes des scénarios

Le Giec a élaboré des scénarios de référence pour l'AR6, appelés Trajectoires socio-économiques communes (*Shared Socio-economic pathways* ou SSP), qui commencent tous en 2015 et couvrent les possibles évolutions futures des facteurs anthropiques du changement climatique. Ils sont notés sous la forme SSPx-y :

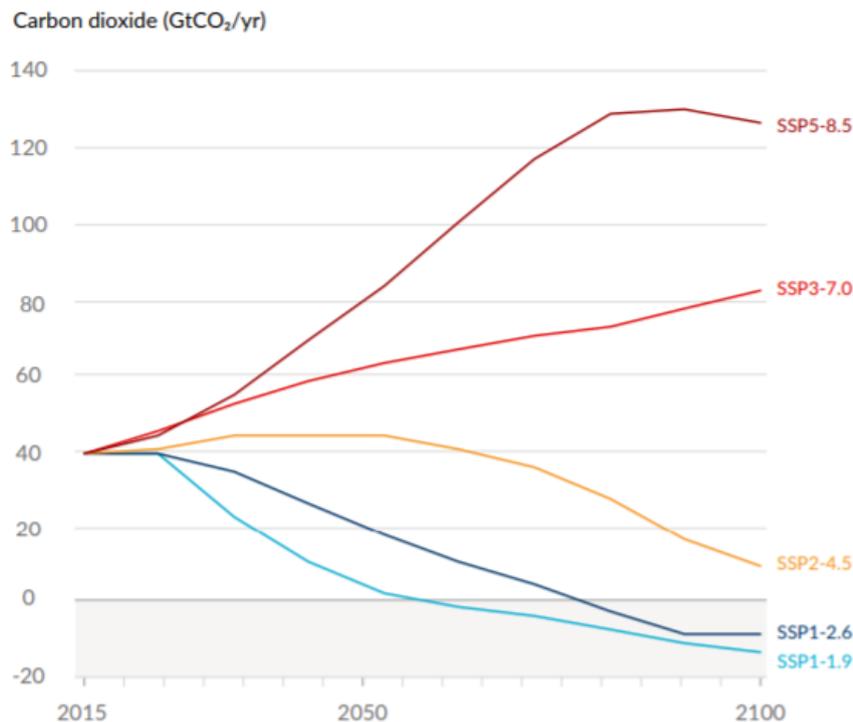
- x allant de 1 à 5 (SSP1, SSP2, SSP3, SSP4, SSP5) et désignant la « famille » de trajectoire des évolutions socio-économiques. Le Giec résume sommairement le principe de ces trajectoires socio-économiques ainsi : scénario de la durabilité (SSP1) ; intermédiaire (« *middle of the road path* ») (SSP2) ; concurrence régionale (SSP3) ; inégalité (SSP4) et développement intensif en énergies fossiles (SSP5).
- y étant les niveaux approximatifs de forçage radiatif (donc de déséquilibre du bilan radiatif terrestre) générés par le scénario en 2100. Ce forçage est exprimé en W/m^2 , il ne s'agit donc pas du réchauffement en °C.

³ Le GIEC emploie le terme "éditeur-réviseur" en français.

Les émissions mondiales de GES projetées pour chacun de ces scénarios varient donc en fonction des hypothèses sur les trajectoires socio-économiques, mais prennent aussi en compte les niveaux d'atténuation, les niveaux de réduction des polluants pour les précurseurs d'ozone non méthanique et les aérosols, affectant les émissions des forçeurs climatiques à courte durée de vie (*Short-Lived Climate Forcers* ou SLCF). Les émissions sont estimées à partir de ces scénarios d'entrée via des modèles dans le cadre du projet CMIP6 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 6*) du Programme mondial de recherches sur le climat (*World Climate Research Programme*).

Les cinq scénarios en bref

Si 9 scénarios de type SSPx-y ont été évalués, le rapport du WGI se concentre sur 5 scénarios centraux (*core scenarios*) qui sont les suivants : SSP5-8.5 ; SSP3-7.0 ; SSP2-4.5 ; SSP1-2.6 et SSP1-1.9. La figure suivante (extrait de SPM.4 p.17 du rapport intégral) présente les projections d'émissions de CO₂ selon ces cinq scénarios, de 2015 à 2100 :



Source : Extrait du figure SPM.4, [Résumé à l'intention des décideurs](#) du 1^{er} volume de l'AR6, Giec, 9 août 2021

Evaluation de la construction des scénarios

Le Giec indique (encadré SPM1.1, page 16 du rapport intégral, note de bas de page n°22) que le rapport du WGI ne fournit pas d'évaluation de la vraisemblance de ces scénarios, renvoyant aux études les ayant définis. Les évolutions socio-économiques futures dessinées par les SSP ne prennent pas en compte les effets du changement climatique, et ne présument pas de nouvelles politiques climatiques (p. 294 du rapport intégral). Le Giec indique aussi qu'il est « neutre vis-à-vis des hypothèses sous-jacentes à ces scénarios », et que ceux-ci ne couvrant évidemment pas tous les scénarios socio-économiques imaginables, d'autres scénarios pourraient être construits. Le Giec indique néanmoins que, dans la littérature scientifique récente, la vraisemblance d'un scénario à forte hausse des émissions (SSP5-8.5) a été débattue au regard des évolutions récentes dans le domaine de l'énergie.

Pour plus d'information sur la construction des scénarios, le Giec renvoie au chapitre 3 du futur rapport du WGIII (attendu le 28 mars 2022), ainsi qu'aux articles scientifiques suivants :

- Nakicenovic, N., R.J. Lempert, and A.C. Janetos, 2014: *A Framework for the Development of New Socio-economic Scenarios for Climate Change Research: Introductory Essay*. *Climatic Change*, 122(3), 351-361, [doi:10.1007/s10584-013-0982-2](https://doi.org/10.1007/s10584-013-0982-2)
- O'Neill, B.C. et al., 2017a: *The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century*. *Global Environmental Change*, 42, 169-180, [doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004)
- Dellink, R., J. Chateau, E. Lanzi, and B. Magné, 2017: *Long-term economic growth projections in the Shared Socioeconomic Pathways*. *Global Environmental Change*, 42, 200-214, [doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.06.004](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.06.004).
- Schweizer, V.J. and B.C. O'Neill, 2014: *Systematic construction of global socioeconomic pathways using internally consistent element combinations*. *Climatic Change*, 122(3), 431-445, [doi:10.1007/s10584-013-0908-Z](https://doi.org/10.1007/s10584-013-0908-Z).

- Jiang, L. and B.C. O'Neill, 2017: *Global urbanization projections for the Shared Socioeconomic Pathways*. *Global Environmental Change*, 42, 193-199, [doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.03.008](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.008).
- Samir, K.C. and W. Lutz, 2017: *The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100*. *Global Environmental Change*, 42, 181-192, [doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004).
- Rothman, D.S., P. Romero-Lankao, V.J. Schweizer, and B.A. Bee, 2014: *Challenges to adaptation: a fundamental concept for the shared socio-economic pathways and beyond*. *Climatic Change*, 122(3), 495-507, [doi:10.1007/s10584-013-0907-0](https://doi.org/10.1007/s10584-013-0907-0)

Comparaison avec les RCP de l'AR5

Le précédent rapport d'évaluation du Giec, l'AR5 (publié en 2013), considérait des scénarios différents : les « *Representative Concentration Pathways* » (RCP)⁴, utilisé par le jeu de modèle CMIP5. SSP et RCP ne sont pas directement comparables, notamment en raison des concentrations de gaz prises en compte, des trajectoires et du forçage radiatif induit. Ainsi, l'utilisation du jeu de modèle CMIP6 et des SSP génère une hausse du réchauffement simulé, à moitié en raison d'une plus forte sensibilité climatique des modèles, et à moitié en raison d'un forçage radiatif plus fort dans les scénarios SSP (par exemple entre l'ancien RCP8.5 et le SSP5-8.5). Enfin, les SSP sélectionnés l'ont aussi été pour corriger certains défauts de représentativité des RCP.

► Description des cinq scénarios centraux

Les cinq scénarios centraux du WGI de l'AR6 sont présentés ci-après, du plus optimiste ou plus pessimiste.

SSP1-1.9 [scénario +1,5°C - très forte baisse des émissions dès 2025]

Ce scénario induit un niveau d'émissions de GES très faible en 2100, et un réchauffement d'environ +1,5°C à cette échéance. Il dessine une forte diminution des émissions dans les prochaines années et décennies pour atteindre zéro émission nette autour de 2050, c'est-à-dire en réalisant l'ambition affichée au niveau international par plusieurs pays (dont la France) : atteindre la neutralité carbone en 2050. Il diffère du scénario SSP1-2.6 par un niveau plus élevé d'émissions négatives (absorption de CO₂ par les puits naturels et artificiels). Ce scénario a été sélectionné car il manquait, dans les RCP précédents, un scénario d'atténuation fort, cohérent avec l'objectif de limiter le réchauffement à +1,5°C, tel que fixé par l'Accord de Paris, objectif encore largement présent dans les négociations internationales malgré la faible probabilité de l'atteindre⁵. Les indicateurs socio-économiques généraux connaissent une inflexion vers la transition écologique, l'investissement dans l'éducation et la santé, la baisse des inégalités.

SSP1-2.6 [scénario +2,0°C - baisse continue des émissions après 2025]

Ce scénario induit un niveau d'émission de GES bas en 2100, et un réchauffement inférieur à +2,0°C à cette échéance. Complémentaire avec le scénario SSP1-1.9, il dessine aussi une trajectoire de forte réduction des émissions, mais avec un niveau d'émissions négatives moins important. La neutralité carbone serait atteinte entre 2050 et 2100. Ce scénario correspond à peu près au scénario RCP2.6 de l'AR5. Les indicateurs socio-économiques généraux connaissent la même inflexion que dans le scénario précédent.

SSP2-4.5 [scénario NDC - +3°C - pic des émissions vers 2030]

Ce scénario induit un niveau d'émissions intermédiaire par rapport aux 5 scénarios centraux, et un réchauffement d'environ +2,7°C à +3,4°C, [soit autour de +3,0°C]. Les émissions de CO₂ augmenteraient légèrement jusqu'environ 2030-2035, puis resteraient sur un plateau jusqu'à 2050 environ, avant de diminuer plus progressivement, sans toutefois atteindre zéro émission nette en 2100. Les facteurs socio-économiques poursuivent leur évolution tendancielle. Ce scénario correspond approximativement aux niveaux d'émissions attendus en 2030 par l'évaluation des engagements inscrits dans les NDC des différentes Parties. Les nouvelles NDC soumises en 2020 ne changent pas fortement le niveau d'émissions attendue en 2030, mais davantage de pays se sont engagés sur l'horizon 2050 avec des objectifs de zéro émission nette à cette échéance plus lointaine. Ce scénario correspond à peu près au scénario RCP4.5 de l'AR5.

⁴ Voir notre [Dossier de Fond sur le résumé à l'intention des décideurs du 1^{er} volume de l'AR5](#), pp.6-9.

⁵ Alors que le rapport spécial +1,5°C du Giec soulignait qu'"il est *probable* que le réchauffement planétaire atteigne +1,5°C entre 2030 et 2052 si le rythme de réchauffement actuel se poursuit", d'après des projections de l'OMM publiées en juillet 2020, ce réchauffement atteindrait une fourchette comprise entre 0,91°C et 1,59°C d'ici 2024. Autrement dit, la fourchette haute de cette estimation indique que l'objectif de limiter le réchauffement global à +1,5°C serait non atteint et pourrait être dépassé dès 2024. La probabilité de ce dépassement est estimée à 70%. [En savoir plus.](#)

SSP3-7.0 [scénario de hausse forte des émissions]

Ce scénario induit des émissions de GES en hausse, à peu près multipliées par deux entre les niveaux actuels et 2100, et un réchauffement de +3,6°C à cette échéance. Ce scénario a été choisi pour combler le manque de scénario avec des émissions de CO₂ en hausse mais avec une réduction des émissions de polluants, notamment des aérosols ; et pour offrir un scénario sans politique climat additionnel alternatif au scénario SSP5-8.5. Ce scénario correspond à peu près à un entre-deux entre les scénarios RCP6.0 et RCP8.5 de l'AR5. Dans ce scénario, la compétition entre Etats, notamment pour la sécurité alimentaire, se renforce.

SSP5-8.5 [scénario de hausse très forte des émissions]

Ce scénario induit des émissions de GES en forte hausse, à peu près multipliées par deux entre les niveaux actuels et 2050 un réchauffement de +4,4°C à cette échéance. Ce scénario permet de dessiner une évolution sans politique climat internationale efficace. Ce scénario se rapproche du scénario RCP8.5 de l'AR5.

► Description des quatre autres scénarios

Les quatre autres scénarios utilisés par les chercheurs mais non rapportés dans le rapport final du WGI sont les suivants :

- **SSP4-3.4**: scénario intermédiaire entre le SSP1-2.6 et le SSP2-4.5, ne permettant pas de limiter le réchauffement à +2.0°C en 2100.
- **SSP4-6.0**: autre scénario considéré comme sans politique climat additionnelle.
- **SSP3-7.0 lowNTCF** : variante du scénario SSP3-7.0 avec une réduction des émissions de CH₄ et/ou de forçeurs climatiques à courte durée de vie (SLCF) tel que le carbone suie.
- **SSP5-3.4 OS (Overshoot)** : variante du scénario SSP5-8.5 avec une forte hausse des émissions liées aux énergies fossiles jusqu'en 2040, puis avec la mise en œuvre d'émissions négatives très importantes (les plus fortes de tous les scénarios), pour compenser ces émissions au point d'atteindre, d'ici 2100, des émissions proches de celles du scénario SSP1-2.6.

Structure et calendrier de publication de l'AR6

► Structure de l'AR6

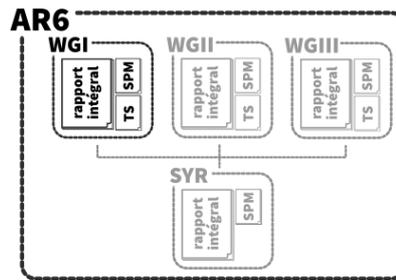
L'AR6 sera composé de quatre rapports :

Les contributions des trois Groupes de travail :

- 1) Groupe de travail I (WG I) : [les sciences physiques du changement climatique](#),
- 2) Groupe de travail II (WG II) : [les impacts, l'adaptation et la vulnérabilité](#),
- 3) Groupe de travail III (WG III) : [l'atténuation du changement climatique](#)
[les solutions envisageables, c'est-à-dire les options politiques et les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), les coûts socio-économiques de ces options].

Chacun de ces trois volumes comportera trois volets :

- un résumé à l'intention des décideurs (*Summary for policymakers* ou SPM),
 - un résumé technique (*Technical summary* ou TS),
 - le rapport technique intégral.
- 4) Enfin, comme les cinq rapports d'évaluation précédents, l'AR6 comportera un [rapport de synthèse](#) (*Synthesis Report* ou SYR) composé d'un court résumé à l'intention des décideurs d'une dizaine de pages et d'un rapport d'une cinquantaine de pages. Ce document synthétisera les données et informations essentielles contenues dans les rapports des trois Groupes de travail, et intégrera également les résultats clés des trois rapports spéciaux publiés dans le cadre du 6^e cycle d'évaluation du Giec : [réchauffement à +1,5°C](#) ; [climat et terres](#) ; [océans et cryosphère](#)). Le texte du rapport de synthèse sera rédigé dans un langage accessible et non technique, destiné notamment aux décideurs politiques (au sein des Gouvernements nationaux), aux administrations et aux conseillers politiques et à d'autres experts, aux ONG et aux journalistes.



Chacun des quatre résumés à l'intention des décideurs sera approuvé ligne par ligne, avant d'être adopté à l'unanimité par les représentants de l'ensemble des 195 pays membres du Giec lors d'une session plénière. Ces documents représentent une **déclaration consensuelle formelle sur les principaux résultats, conclusions et incertitudes de l'AR6.**

► Calendrier de publication de l'AR6

A la suite de la crise sanitaire mondiale du Covid-19, les travaux d'élaboration de l'AR6 ont été considérablement perturbés (retard des travaux scientifiques, y compris l'élaboration de travaux scientifiques à évaluer dans l'AR6 et retard des réunions clés [des auteurs, de coordination...]), ce qui a évidemment eu un impact sur le calendrier de la publication du rapport. Dans un souci de préserver la qualité scientifique de l'évaluation du Giec et en raison de cette situation sanitaire inédite, le Giec a dû modifier à plusieurs reprises le calendrier des étapes clés de l'AR6.

Le 28 mai 2021, le Giec a annoncé le nouveau calendrier de publication :

- contribution du **groupe de travail (WG) I** : session d'approbation **26 juillet - 6 août 2021**. Date de publication du rapport : **9 août 2021** [date de publication initiale : avril 2021, [reportée](#) en juin 2020 à juillet 2021] ;
- contribution du **groupe de travail (WG) II** : session d'approbation **14-18 février 2022**. Date de publication du rapport : **21 février 2022** [date de publication initiale : oct. 2021] ;
- contribution du **groupe de travail (WG) III** : session d'approbation **21-25 mars 2022**. Date de publication du rapport : **28 mars 2022** [date de publication initiale : juillet 2021, [reportée](#) en janvier 2020 au 6-10 sept.2021] ;
- **rapport de synthèse** : session d'approbation **26-30 septembre 2022**. Date de publication du rapport : **3 octobre 2022** [date de publication initiale : avril 2022].

Cette reprogrammation sur 2021-2022 a pour principale conséquence que **seul le rapport du WG I sera adopté et publié pour la COP-26** (1-12 novembre 2021). Le 6^e rapport au complet (rapports du WG I, II et III + rapport de synthèse) ne sera donc pas disponible pour éclairer les négociateurs de la COP-26. Néanmoins, il sera disponible en amont du **bilan global** (*global stocktake*) prévu en 2023 conformément à l'article 14 de [l'Accord de Paris](#).

1^{er} volume du 6^e rapport d'évaluation : les sciences physiques du changement climatique

Introduction

Le résumé à l'intention des décideurs (SPM) présente les principaux résultats de la contribution du Groupe de travail I (WG I) à l'AR6. Celle-ci, qui constitue ainsi le 1^{er} volume de l'AR6, évalue les nouvelles informations et données sur les sciences physiques du changement climatique basées sur de nombreuses analyses indépendantes de la littérature scientifique, technique et socio-économique disponible à partir des observations du système climatique, des archives paléoclimatiques, des études théoriques des processus climatiques et des simulations et projections à l'aide de modèles climatiques. Le 1^{er} volume de l'AR6 s'appuie sur la contribution du WG I au 5^e rapport d'évaluation (2013) et sur les trois rapports spéciaux de 2018-2019 du Giec, et intègre les nouvelles connaissances sur les sciences physiques du changement climatique acquises et publiées depuis lors.

Ce SPM présente un résumé de haut niveau des connaissances de l'état actuel du climat, y compris son évolution et le rôle de l'influence humaine, l'état des connaissances sur les éventuels scénarios du futur climat, les informations climatiques pertinentes pour les régions et les secteurs, et la limitation du changement climatique d'origine anthropique.

Sur la base des connaissances scientifiques, les principaux résultats et les principales conclusions peuvent être formulées dans le SPM soit comme des déclarations factuelles, soit des déclarations associées à un niveau de confiance évalué à l'aide du langage calibré du Giec (*voir section « Identification des limites des connaissances et des sources d'incertitude » p.6*). Ainsi, les niveaux de confiance associés à chaque élément de texte sont rapportés à l'aide de ce langage calibré. La base scientifique qui sous-tend chaque élément de texte du SPM est indiquée par des références aux éléments des chapitres concernés du rapport technique intégral et du résumé technique. Ces références sont indiquées par des accolades { } dans le SPM.

[L'atlas interactif](#) du 1^{er} volume de l'AR6 facilite la recherche de ces résultats de synthèse clés et d'informations complémentaires au niveau régional.

Le SPM comporte quatre chapitres :

- A. Etat des lieux du climat actuel,
- B. Projections sur le possible climat du futur,
- C. Des informations sur le climat pour l'évaluation des risques et l'adaptation au niveau régional,
- D. Limiter le futur changement climatique.

Le SPM suit la structure du rapport complet du 1^{er} volume du Giec. Chaque chapitre du SPM s'accompagne d'une mise en exergue des principales conclusions (*headline statements*) qui, rassemblées, constituent un résumé concis.

Dans la synthèse suivante du Citepa, les messages clés de chaque chapitre sont présentés en tête de chapitre sous forme d'encadrés sans fond de couleur. Par ailleurs, en fin de dossier, le lecteur trouvera une section « Que retenir du résumé à l'intention des décideurs » qui regroupe ces messages clés par thème, tout en distinguant ceux portant sur le passé et aujourd'hui de ceux portant sur le futur.

Quels sont les nouveaux éléments de l'AR6 et, plus spécifiquement, de son 1^{er} volume ?

► Nouveaux éléments de l'AR6 dans son ensemble

Par rapport aux évaluations précédentes du Giec, dans l'AR6, l'accent est davantage mis sur les solutions de façon transversale à travers tous les groupes de travail, sur les informations régionales et sur l'intégration entre les groupes de travail (par exemple, des encadrés sur des sujets spécifiques auxquels plus d'un groupe de travail a contribué et qui peuvent apparaître dans plusieurs rapports de l'AR6).

Tous les rapports de ce 6^e cycle du Giec couvrent le thème des villes et du changement climatique, en amont d'un rapport spécial sur ce sujet lors du prochain cycle d'évaluation.

► Nouveaux éléments du 1^{er} volume de l'AR6

La nouvelle structure du rapport du groupe de travail I montre davantage de connaissances intégrées par rapport au rapport précédent. L'AR5 comportait des chapitres distincts sur l'évaluation des modèles, les données d'observation, les archives paléoclimatiques, etc. mais désormais ces sujets sont intégrés dans plusieurs chapitres.

Le rapport du groupe de travail I met davantage l'accent sur le changement climatique au niveau régional. Les derniers chapitres comportent tous un focus régional. Ces chapitres couvrent les grandes avancées des connaissances scientifiques sur l'évolution des événements extrêmes et l'attribution de ces événements au changement climatique d'origine anthropique, notamment dans le chapitre 11 (Événements météorologiques et climatiques extrêmes dans un climat en évolution), un nouveau chapitre dédié à ce sujet.

Le chapitre 10 (Articulation entre le changement climatique mondial et le changement climatique régional) est un nouveau chapitre qui relie le global au local et qui est pertinent pour les besoins des décideurs politiques au niveau local.

Le 1^{er} volume de l'AR6 comporte un **Atlas régional interactif en ligne** présentant les données sur lesquelles repose l'évaluation du groupe de travail I, y compris des informations sur les changements climatiques observés et projetés. Les utilisateurs peuvent effectuer des analyses spatiales et temporelles à l'aide de nombreux ensembles de données utilisés dans l'évaluation, accéder à des informations régionales synthétisées sur les facteurs d'impact climatique et télécharger des données.

Enfin, le rapport du groupe de travail I met davantage l'accent sur la façon dont la Terre réagit au changement climatique, en examinant par exemple comment les océans et l'atmosphère réagissent lorsque les émissions de GES sont réduites ou que des techniques d'élimination du carbone sont mises en œuvre, et les délais associés à ces actions. Il comporte également une évaluation actualisée de la compréhension de la sensibilité de la température de la Terre aux émissions de CO₂.

La synthèse du Citepa qui suit n'est ni une synthèse officielle ni une traduction officielle du SPM, mais vise à en faire ressortir les points saillants pour les adhérents du Citepa.

A) Etat des lieux du climat actuel

Messages clés

- Aujourd'hui, c'est un fait établi et sans équivoque que le réchauffement de l'atmosphère, des océans et des terres est dû aux activités humaines.
- Le réchauffement déjà constaté (la période 2011-2020) est de +1,09°C par rapport à la période 1850-1900, Ce réchauffement est plus important sur les continents (+1,59°C) qu'au-dessus des océans (+0,88°C).
- Le réchauffement directement attribuable aux activités humaines (sur la période 2010-2019) est de +1,07°C, soit la quasi-totalité du réchauffement observé.
- Le niveau moyen de la mer, à l'échelle planétaire, s'est élevé de 20 cm entre 1901 et 2018, ce rythme s'étant accéléré pour atteindre 3,7 mm/an sur la période 2006-2018. Ce rythme d'élévation est le plus rapide depuis au moins 3 000 ans.
- En 2019, les concentrations atmosphériques de CO₂ actuelles sont les plus hautes depuis au moins 2 millions d'années. Celles de CH₄ et de N₂O sont les plus élevées depuis au moins 800 000 ans.
- Le rythme de réchauffement de la température à la surface de la Terre est sans précédent depuis au moins 2 000 ans.

► **A.1 - Il est sans équivoque que le réchauffement de l'atmosphère, des océans et des terres est dû à des facteurs anthropiques. L'atmosphère, les océans et la biosphère ont subi des changements rapides et d'une grande ampleur.**

Les concentrations de GES

A1.1. Il est sans équivoque que les hausses observées des concentrations de GES depuis environ 1750 ont été induites par les activités humaines. Depuis 2011 (les relevés rapportés dans l'AR5), les concentrations atmosphériques de GES ont continué de croître, atteignant en 2019 des moyennes annuelles de **410 ppm pour le CO₂, de 1 866 ppm pour le CH₄ et de 332 ppm pour le N₂O**. Les terres et les océans ont absorbé une part presque constante (environ 56% par an) des émissions de CO₂ d'origine anthropique au cours des 60 dernières années, avec des différences selon les régions [C].

Les températures

Hausse des températures

A1.2. Chacune des quatre dernières décennies a été successivement plus chaude que toute décennie précédente depuis 1850. La température moyenne mondiale observée à la surface de la Terre⁶, par rapport à la période 1850-1900, a augmenté de **+0,99°C [fourchette comprise entre +0,84°C et +1,10°C]** sur la période 2001-2020, et de **+1,09°C [fourchette comprise entre +0,95°C et +1,20°C]** sur la période 2011-2020. Cette hausse des températures n'est pas répartie également sur la planète. Elle a été plus forte sur les terres (**+1,59°C [fourchette comprise entre +1,34°C et +1,83°C]**) qu'au-dessus des océans (**+0,88°C [fourchette comprise entre +0,68°C et +1,01°C]**).

Hausse des températures liée aux activités humaines

- A1.3. Cette hausse des températures est principalement liée à des facteurs anthropiques. En effet, par rapport à la période 1850-1900, la hausse **probable** de ces températures induite par l'homme est estimée à **+1,07°C [fourchette comprise entre +0,8°C et +1,3°C]** sur la période 2010-2019. Parmi ces facteurs anthropiques, Il est **probable** que les émissions de GES aient contribué à un réchauffement compris entre +1°C et +2°C ; et que d'autres facteurs d'origine anthropique (principalement les aérosols⁷) aient contribué à un refroidissement compris entre 0,0°C et 0,8°C. [Un

⁶ Le terme « température mondiale observée à la surface de la Terre » est utilisé dans le SPM pour se référer tant à la température moyenne mondiale à la surface de la Terre, que la température mondiale de l'air à la surface de la Terre.

⁷ Des particules solides ou liquides en suspension dans l'air, dont le diamètre typique est compris entre quelques nanomètres et quelques micromètres. Les aérosols atmosphériques peuvent être émis sous forme de particules primaires (PM), et se former dans l'atmosphère à partir de précurseurs gazeux (production secondaire). Les principales classes de composition chimique des aérosols sont le sel marin, le carbone organique, le carbone noir (BC), les espèces minérales (principalement les poussières du désert), les sulfates, les nitrates et l'ammoniac (source : Giec, AR6, rapport du WGI, [annexe VII](#) (glossaire) p.2).

refroidissement compris entre 0,0°C et 0,8°C signifie une diminution comprise entre 0,0°C et 0,8°C du réchauffement de l'atmosphère, cf. figure SPM.2 du résumé à l'intention des décideurs].

Variabilité naturelle des températures

- Il est **probable** que la variabilité interne au système climatique ait contribué à un changement de température à la surface compris entre -0,2°C et +0,2°C.

La cryosphère

A1.5. Il est **très probable** que l'influence humaine soit le facteur principal contribuant au recul mondial des glaciers depuis les années 1990 et de la réduction de la superficie de la banquise en Arctique entre la période 1979-1988 et la période 2010-2019 (environ 40% en septembre et environ 10% en mars). Aucune tendance claire n'a été observée pour la banquise en Antarctique sur la période 1979-2020 (en raison de tendances opposées selon les régions et d'une forte variabilité interne).

Les océans

A1.6. Il est **pratiquement certain** que la partie supérieure des océans (0-700 m) à l'échelle planétaire se soit réchauffée depuis les années 1970. Il est **extrêmement probable** que l'influence humaine soit le facteur principal de cette évolution. Il est **pratiquement certain** que les émissions de CO₂ d'origine anthropique soient le facteur principal de l'acidification mondiale actuelle des océans.

Le niveau de la mer

A1.7. L'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle planétaire a été de **0,20 m, soit 20 cm** [fourchette comprise entre 0,15 m et 0,25 m] entre 1901 et 2018. Le rythme moyen d'élévation du niveau de la mer à l'échelle planétaire était :

- de **1,3 mm/an** [fourchette comprise entre 0,6 mm/an et 2,1 mm/an] entre 1901 et 1971,
- de **1,9 mm/an** [fourchette comprise entre 0,8 mm/an et 2,9 mm/an] entre 1971 et 2006, et
- de **3,7 mm/an** [fourchette comprise entre 3,2 mm/an et 4,2 mm/an] entre 2006 et 2018 [C].

Ainsi, le rythme d'élévation s'est considérablement accéléré entre la période 1971-2006 et la période 2006-2018.

Il est **très probable** que l'influence humaine ait été le facteur principal de ces hausses depuis 1971 au moins.

►A.2 - L'ampleur des changements récents du système climatique dans son ensemble et l'état actuel de plusieurs de ses composantes sont sans précédent depuis des centaines, voire des milliers d'années.

Les concentrations de GES

A2.1. En 2019, les concentrations atmosphériques de CO₂ ont été les plus élevées depuis au moins 2 millions d'années [C]. Les concentrations de CH₄ et de N₂O ont été les plus élevées depuis au moins 800 000 ans [C].

Les températures

A2.2. La température mondiale à la surface de la Terre a augmenté plus rapidement depuis 1970 que sur n'importe quelle autre période de 50 ans depuis les 2 000 dernières années au moins [C].

La cryosphère

A2.3. Sur la période 2011-2020, la superficie moyenne annuelle de la banquise en Arctique a atteint son plus faible niveau depuis au moins 1850 [C].

Le niveau de la mer et les océans

A2.4. Le rythme d'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle planétaire depuis 1900 a été plus rapide que pendant n'importe quel siècle précédent depuis au moins les 3 000 dernières années [C]. Les océans ont connu un réchauffement plus rapide au cours du siècle dernier que depuis la fin de la dernière déglaciation (il y a environ 11 000 ans) [C].

► **A.3 - Le changement climatique d'origine anthropique a déjà un impact sur les épisodes météorologiques et climatiques extrêmes dans chaque région du monde. Par rapport à l'AR5, il est davantage prouvé que ces épisodes extrêmes (tels que des canicules, de fortes précipitations, des sécheresses et des cyclones tropicaux) sont plus fréquents et plus intenses et qu'ils sont attribuables aux activités anthropiques.**

A3.1. Il est *pratiquement certain* que les épisodes de chaleur extrême (dont les vagues de chaleur) se produisent plus fréquemment dans les zones terrestres depuis les années 1950, alors que les épisodes de froid extrême (dont les vagues de froid) se produisent moins fréquemment et sont moins sévères. Il est *pratiquement certain* que le changement climatique induit par les activités humaines en soit le facteur principal [C]. Il est *extrêmement improbable* que certains épisodes de chaleur extrême observés au cours de la dernière décennie aient eu lieu sans l'influence anthropique sur le système climatique. La fréquence des vagues de chaleur marine a *grosso modo* doublé depuis les années 1980 [C]. Il est *pratiquement certain* que les activités humaines aient eu un impact sur la plupart d'entre eux depuis au moins 2006.

A3.2. La fréquence et l'intensité des épisodes de fortes précipitations se sont accrues depuis les années 1950 dans la plupart des zones terrestres, pour lesquelles les données d'observation sont suffisantes pour analyser les tendances [C]. Il est que *probable* que les activités humaines en soient le facteur principal.

A3.5. Il est *probable* que les activités humaines aient augmenté les chances depuis les années 1950 que se produisent des événements extrêmes complexes (par exemple des vagues de chaleur accompagnées de sécheresse, des tempêtes accompagnées de fortes précipitations et/ou de forts débits des rivières, etc.), y compris une augmentation de la fréquence de vagues de chaleur et de sécheresses concomitantes à l'échelle planétaire [C].

► **A.4 - Sur la base d'une amélioration des connaissances des processus climatiques, les preuves paléoclimatiques et la réponse du système climatique à l'accroissement du forçage radiatif, la meilleure estimation de la sensibilité climatique à l'équilibre⁸ serait de 3 °C (avec une fourchette réduite par rapport à l'AR5).**

Le forçage radiatif : définition

Le forçage radiatif, exprimé en watt par mètre carré (W/m²), est le changement du bilan radiatif (rayonnement descendant moins rayonnement montant) au sommet de la troposphère (10 à 16 km d'altitude), dû à un changement d'un des facteurs d'évolution du climat, comme les concentrations de GES. Un forçage radiatif positif a tendance à réchauffer la surface du globe tandis qu'un forçage radiatif négatif a tendance à la refroidir.

(Source : MEDDE/SCEE/ONERC, septembre 2013 & Giec, 4AR/WGI/SPM, 2007).

⁸ Dans le 1^{er} rapport de l'AR6, la sensibilité climatique à l'équilibre (en anglais : *equilibrium climate sensitivity* ou ECS) est défini comme étant le changement de la température à la surface à l'équilibre (état stable) suite à un doublement des concentrations atmosphériques de CO₂ par rapport à l'ère pré-industrielle (en anglais : *equilibrium (steady state) change in the surface temperature following a doubling of the atmospheric carbon dioxide (CO₂) concentration from pre-industrial conditions*) (source : Giec, [résumé technique](#) du 1^{er} volume de l'AR6, p.14).

A4.1. Le forçage radiatif d'origine anthropique de $2,72 \text{ W/m}^2$ [fourchette comprise entre $1,96 \text{ W/m}^2$ et $3,48 \text{ W/m}^2$] en 2019 (par rapport à 1750) a réchauffé le système climatique. Ce réchauffement est principalement dû à une hausse des concentrations atmosphériques de GES, en partie réduite par le refroidissement induit par une hausse des concentrations d'aérosols. Le forçage radiatif a augmenté de $0,43 \text{ W/m}^2$ (soit +19%) par rapport à l'AR5 [C].

A4.2. Le forçage radiatif positif net d'origine anthropique induit une accumulation d'énergie supplémentaire (réchauffement) dans le système climatique, laquelle est en partie réduite par une plus forte déperdition d'énergie en réaction au réchauffement climatique à la surface. Le rythme moyen de réchauffement du système climatique observé a augmenté, en passant de $0,50 \text{ W/m}^2$ [fourchette comprise entre $0,32 \text{ W/m}^2$ et $0,69 \text{ W/m}^2$] sur la période 1971-2006 à $0,79 \text{ W/m}^2$ [fourchette comprise entre $0,52 \text{ W/m}^2$ et $1,06 \text{ W/m}^2$] sur la période 2006-2018 [C]. Le réchauffement des océans a représenté 91% du réchauffement du système climatique, le réchauffement des terres 5%, la fonte des glaciers 3% et le réchauffement de l'atmosphère 1% [C].

A4.3. Le réchauffement du système climatique a conduit à une élévation du niveau moyen de la mer par la fonte des glaciers terrestres et par la dilatation thermique des océans en raison de leur réchauffement. Pendant la période 1971-2018, la dilatation thermique a contribué à hauteur de 50% à l'élévation du niveau de la mer, alors que la fonte des glaciers y a contribué à hauteur de 22%, la fonte des calottes glaciaires à hauteur de 20% et les changements concernant le stockage des eaux continentales à hauteur de 8%. Le rythme de fonte des calottes glaciaires a augmenté d'un facteur 4 entre la période 1992-1999 et la période 2010-2019. La perte de la masse des glaciers et des calottes glaciaires a été le principal facteur ayant contribué à l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle planétaire pendant la période 2006-2018 [C].

A4.4. La sensibilité climatique à l'équilibre est une métrique importante utilisée pour estimer la façon dont le climat réagit au forçage radiatif. La fourchette *très probable* de la sensibilité climatique à l'équilibre se situe entre $+2^\circ\text{C}$ [C] et $+5^\circ\text{C}$ [C]. La meilleure estimation de l'AR6 est de $+3^\circ\text{C}$ (fourchette *probable* comprise entre $+2,5^\circ\text{C}$ et $+4^\circ\text{C}$) [C], par rapport à une fourchette comprise entre $+1,5^\circ\text{C}$ et $+4,5^\circ\text{C}$ dans l'AR5 (qui n'a pas établi une meilleure estimation).

B) Projections sur le possible climat du futur

L'AR6 s'appuie sur un ensemble de cinq nouveaux scénarios d'émissions pour évaluer les réponses du climat vis-à-vis d'une palette plus large d'hypothèses que dans l'AR5 pour ce qui est des émissions de GES et de polluants atmosphériques, et de l'utilisation des terres. Les résultats de la modélisation sur le 21^e siècle sont présentés pour le court terme (2021-2040), le moyen terme (2041-2060) et le long terme (2081-2100) par rapport à la période 1850-1900, sauf mention contraire. Pour plus de détails sur les cinq scénarios, voir p.7 du présent dossier de fond.

Messages clés

- Quel que soit le scénario d'émissions futures, la température de la planète continuera d'augmenter au moins jusqu'en 2050.
- Dans un scénario de hausse intermédiaire d'émissions (pic vers 2030), il est *extrêmement probable* que le seuil de +2°C de réchauffement soit dépassé au cours du 21^e siècle et il est *probable* que le seuil de +1,5°C soit dépassé entre 2021 et 2040.
- Dans un scénario de très forte hausse d'émissions (sans politique climat internationale efficace), il est *très probable* que le seuil de +2°C soit dépassé entre 2041 et 2060 et que le seuil de +1,5°C soit dépassé entre 2021 et 2040.
- Chaque +0,5°C de réchauffement supplémentaire conduirait à une augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de chaleur extrême (vagues de chaleur, fortes précipitations, sécheresses...).
- Il est *probable* que l'Arctique soit pratiquement dépourvu de banquise au moins une fois avant 2050.
- La libération du carbone due au dégel du pergélisol serait irréversible et durerait plusieurs siècles.
- Il est *probable* que le niveau de la mer d'ici 2100 s'élève en moyenne de 0,28 à 1,01 m par rapport à la période 1995-2014.

► **B.1 - La température mondiale à la surface de la Terre continuera à augmenter au moins jusqu'en 2050 dans tous les scénarios d'émissions étudiés. Le réchauffement planétaire dépassera le seuil de +1,5°C et de +2°C au cours du 21^e siècle si de fortes réductions d'émissions de GES ne sont pas réalisées dans les décennies à venir.**

B1.1. Par rapport à la période 1850-1900, il est *très probable* que la hausse de la température mondiale moyenne à la surface de la Terre sur la période 2081-2100 soit supérieure :

- de 1,0°C à 1,8°C dans le scénario de très faible hausse des émissions (SSP1-1.9),
- de 2,1°C à 3,5°C dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5),
- de 3,3°C à 5,7°C dans le scénario de très forte hausse des émissions (SSP5-8.5).

La dernière fois que la température mondiale à la surface de la Terre a atteint une hausse de +2,5°C ou plus par rapport à la période 1850-1900 remonte à plus de 3 millions d'années [C].

Tableau SPM.1 - Evolution de la température mondiale à la surface de la Terre pour trois périodes de 20 ans au regard des cinq scénarios SSP étudiés par le Giec pour l'AR6

Scénario	Court terme (2021-2040)		Moyen terme (2041-2060)		Long terme (2081-2100)	
	Meilleure estimation (°C)	Fourchette <i>très probable</i> (°C)	Meilleure estimation (°C)	Fourchette <i>très probable</i> (°C)	Meilleure estimation (°C)	Fourchette <i>très probable</i> (°C)
SSP1-1.9	1,5	1,2 à 1,7	1,6	1,2 à 2,0	1,4	1,0 à 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 à 1,8	1,7	1,3 à 2,2	1,8	1,3 à 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 à 1,8	2,0	1,6 à 2,5	2,7	2,1 à 3,5
SSP3-7.0	1,5	1,2 à 1,8	2,1	1,7 à 2,6	3,6	2,8 à 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,2 à 1,9	2,4	1,9 à 3,0	4,4	3,3 à 5,7

Source : [Résumé à l'intention des décideurs](#) du 1^{er} volume de l'AR6, Giec, 9 août 2021 (p. 18).

Ainsi, une baisse rapide des émissions de GES permettrait de fortement limiter le réchauffement d'ici 2100 (entre 1,4°C et 1,8°C (selon les scénarios de très forte [SSP1-1.9] et forte baisse [SSP1-2.6]), alors qu'il atteindrait 2,7°C dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5) et entre 3,6°C et 4,4°C dans les scénarios de forte (SSP3-7.0) et de très forte (SSP5-8.5) hausse.

Probabilités de limiter le réchauffement à +2°C

B1.2. Selon les scénarios d'émission de GES, l'objectif de limiter le réchauffement à +2°C au cours du 21^e siècle, par rapport à la période 1850-1900 est plus ou moins atteignable. Un réchauffement dépassant +2°C à cet horizon, donc la non-atteinte de l'objectif :

- interviendrait dans les scénarios de forte hausse des émissions (SSP3-7.0) et de très forte hausse des émissions (SSP5-8.5) [sur la base d'un consensus des résultats de modélisations] ;
- est *extrêmement probable* dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5) ;
- est *improbable* dans le scénario de faible hausse des émissions (SSP1-2.6) ;
- est *extrêmement improbable* dans le scénario de très faible hausse des émissions (SSP1-1.9).

Le dépassement de ce seuil de +2°C entre 2041 et 2060 :

- est *très probable* dans le scénario de très forte hausse des émissions (SSP5-8.5) ;
- est *probable* dans le scénario de forte hausse des émissions (SSP3-7.0) ;
- est *plus probable qu'improbable* dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5).

Probabilités de limiter le réchauffement à +1,5°

B1.3. Par rapport à la période 1850-1900, une hausse de +1,5°C serait dépassée au cours du 21^e siècle dans trois scénarios : le scénario intermédiaire (SSP2-4.5), le scénario de forte hausse des émissions (SSP3-7.0) et le scénario de très forte hausse des émissions (SSP5-8.5).

Dans quatre des cinq scénarios, à court terme (entre 2021 et 2040), le dépassement de ce seuil de +1,5°C :

- est *très probable* dans le scénario de très forte hausse des émissions (SSP5-8.5),
- est *probable* dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5) et le scénario de forte hausse des émissions (SSP3-7.0),
- est *plus probable qu'improbable* dans le scénario de faible hausse des émissions (SSP1-2.6).

Dans le cinquième scénario (scénario de très faible hausse des émissions, SSP1-1.9), il est *plus probable qu'improbable* que ce seuil de +1,5°C soit atteint entre 2021 et 2040.

► **B.2 - Beaucoup de changements du système climatique s'intensifient en rapport direct avec un réchauffement planétaire accru (augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes d'extrême chaleur, des vagues de chaleur dans les zones marines, des fortes précipitations, des sécheresses, des cyclones tropicaux ; réduction de la banquise en Arctique, de la couverture neigeuse et du pergélisol).**

B2.1. Il est *pratiquement certain* que les surfaces des terres continueront à se réchauffer davantage que la surface des océans. Il est *pratiquement certain* que l'Arctique continuera à se réchauffer davantage que la température mondiale à la surface de la Terre (environ deux fois le rythme du réchauffement planétaire [C]).

B2.2. Avec chaque palier supplémentaire de hausse de la température mondiale, les conséquences sur les épisodes extrêmes continueront de s'amplifier. Par exemple, chaque +0,5°C de réchauffement supplémentaire conduirait à une augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de chaleur extrême, dont les vagues de chaleur (*très probable*) et les fortes précipitations [C], ainsi que les sécheresses agricoles et écologiques (forte baisse de l'humidité des sols) dans certaines régions [C].

B2.4. Il est *très probable* qu'avec un réchauffement planétaire accru, les épisodes de fortes précipitations s'intensifient et deviennent plus fréquents dans la plupart des régions [C].

B2.5. Un réchauffement planétaire accru conduirait à une amplification du dégel du pergélisol⁹, à la fonte de la couverture neigeuse saisonnière, de la glace terrestre et de la banquise en Arctique [C]. Il est *probable* que l'Arctique soit pratiquement dépourvue de banquise¹⁰ en septembre au moins une fois avant 2050 dans les cinq scénarios étudiés pour l'AR6, avec des occurrences plus fréquentes pour des niveaux de réchauffement plus élevés.

► **B.3 - La poursuite du réchauffement climatique devrait intensifier davantage le cycle de l'eau à l'échelle de la planète, y compris sa variabilité, les précipitations des moussons et la sévérité des épisodes de précipitation et des sécheresses.**

► **B.4 - Dans les scénarios où les émissions de CO₂ augmentent, les puits de carbone océaniques et terrestres seraient moins efficaces pour ralentir l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère.**

B4.1. Les puits de carbone naturels terrestres et océaniques naturels devraient absorber, en termes absolus, une quantité plus importante de CO₂ dans les scénarios de forte hausse d'émissions que dans les scénarios de faible hausse d'émissions. En effet, ils deviennent moins efficaces, c'est-à-dire que la part des émissions de CO₂ absorbée par les terres et les océans diminuerait au fur et à mesure que les émissions cumulées de CO₂ augmenteraient. Il en résulterait une part plus importante des émissions de CO₂ dans l'atmosphère [C].

B4.2. Dans le scénario intermédiaire SSP2-4.5 (stabilisation des concentrations de CO₂ au cours du 21^e siècle), le taux d'absorption de CO₂ par les terres et les océans diminuerait au cours de la 2^e moitié de ce siècle [C]. Dans les scénarios de très faible hausse des émissions (SSP1-1.9) et de faible hausse des émissions (SSP1-2.6) [pic et réduction des concentrations de CO₂ au cours du 21^e siècle], les terres et les océans commenceraient à absorber des quantités moindres de CO₂ du fait de la diminution des concentrations atmosphériques de CO₂ [C].

⁹ Des sols gelés de façon temporaire ou permanente (aussi connu sous le nom anglais « permafrost »).

¹⁰ Superficie moyenne mensuelle de banquise de moins de 1 million de km² (soit environ 15% de la superficie observée pendant la période 1979-1988).

B4.3. L'ampleur des rétroactions entre le changement climatique et le cycle du carbone devient plus importante, mais également plus incertaine dans les scénarios de forte hausse des émissions [C].

► **B.5 - Beaucoup de changements induits par les émissions historiques et projetées de GES seraient irréversibles sur plusieurs siècles, voire des millénaires, notamment les changements concernant les océans, les calottes glaciaires et le niveau mondial de la mer.**

Les océans

B5.1. Les changements induits par les émissions historiques et projetées de GES sont irréversibles sur plusieurs siècles, voire des millénaires, notamment les changements concernant la température mondiale des océans [C], l'acidification des eaux profondes des océans [C] et la désoxygénation des océans [C].

La cryosphère

B5.2. Les glaciers de montagne et les glaciers polaires continueront à fondre pendant des décennies, voire des siècles [C]. La libération du carbone suite au dégel du pergélisol serait irréversible pendant plusieurs siècles [C].

Le niveau de la mer

B5.3. Il est *pratiquement certain* que le niveau moyen de la mer à l'échelle planétaire continuera à s'élever au cours du 21^e siècle.

Par rapport à la période 1995-2014, il est *probable* que l'élévation moyenne mondiale du niveau de la mer d'ici 2100 soit comprise :

- entre 0,28 et 0,55 m dans le scénario de très faible hausse des émissions (SSP1-1.9),
- entre 0,32 et 0,62 m dans le scénario de faible hausse des émissions (SSP1-2.6),
- entre 0,44 et 0,76 m dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5),
- entre 0,63 et 1,01 m dans le scénario de forte hausse des émissions (SSP5-8.5) [C].

Par rapport à la période 1995-2014, il est *probable* que l'élévation moyenne mondiale du niveau de la mer d'ici 2150 soit comprise :

- entre 0,37 et 0,86 m dans le scénario de très faible hausse des émissions (SSP1-1.9),
- entre 0,46 et 0,99 m dans le scénario de faible hausse des émissions (SSP1-2.6),
- entre 0,66 et 1,33 m dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5),
- entre 0,98 et 1,88 m dans le scénario de forte hausse des émissions (SSP5-8.5) [C].

B5.4. A plus long terme, le niveau de la mer devrait s'élever pendant des siècles, voire des millénaires en raison de la poursuite du réchauffement des eaux profondes des océans et de la fonte des calottes glaciaires. Il restera élevé pendant des milliers d'années [C]. Au cours des prochaines 2 000 ans, l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle planétaire serait :

- de 2 à 3 m si le réchauffement se limite à +1,5°C,
- de 2 à 6 m si le réchauffement se limite à +2°C,
- de 19 à 22 m si le réchauffement atteint +5°C [C].

C) Des informations sur le climat pour l'évaluation des risques et l'adaptation au niveau régional

Messages clés

- Avec l'accroissement du réchauffement climatique, chaque région devrait subir de manière croissante des impacts climatiques multiples et simultanés.
- Ces impacts seraient plus généralisés avec un réchauffement de +2°C qu'avec un réchauffement à +1,5°C.
- Des conséquences à faible probabilité (effondrement des calottes glaciaires, modifications abruptes des courants océaniques,...) ne peuvent être écartées.

►C.1 - Des facteurs naturels et la variabilité interne auront un impact sur les changements d'origine anthropique, notamment à l'échelle régionale et à court terme, avec peu d'impacts sur le réchauffement climatique à l'échelle de siècles. Il est important de prendre en compte ces impacts pour estimer l'ensemble des conséquences possibles.

►C.2 - Avec l'accroissement du réchauffement climatique, chaque région devrait subir de manière croissante des impacts climatiques multiples et simultanés. Ces impacts seraient plus généralisés avec un réchauffement de +2°C qu'avec un réchauffement à +1,5°C. Avec un réchauffement au-delà de +2°C, ces impacts seraient encore plus généralisés et/ou encore plus marqués.

►C.3 - Des conséquences à faible probabilité (effondrement des calottes glaciaires, modifications abruptes des courants océaniques, certains événements extrêmes complexes et un réchauffement nettement plus important que celui de la fourchette évaluée comme étant *très probable* du futur réchauffement) ne peuvent être écartées.

D) Limiter le futur changement climatique

Depuis l'AR5, les estimations des budgets carbone¹¹ restants se sont affinées grâce à l'application d'une nouvelle méthodologie utilisée d'abord dans le cadre du rapport spécial +1,5°C (2018), à la mise à jour des preuves scientifiques et à l'intégration des résultats de nombreuses études.

Messages clés

- Il est *probable* que chaque 1 000 Gt d'émissions cumulées de CO₂ conduise à une hausse de la température [moyenne] à la surface de la Terre de +0,45°C.
- Au cours de la période 1850-2019, 2 390 Gt de CO₂ d'origine anthropique ont été émis.
- Si un niveau négatif net d'émissions mondiales de CO₂ (c'est-à-dire davantage de CO₂ absorbé par les puits que de CO₂ émis) était atteint et maintenu, la hausse de la température à la surface de la Terre induite par les émissions de CO₂ serait progressivement inversée mais d'autres conséquences poursuivraient leur tendance actuelle pendant des décennies, voire des millénaires (par exemple, l'élévation du niveau moyen mondial de la mer).
- Pour avoir une chance sur deux de limiter le réchauffement à +1,5°C, le budget carbone restant serait de 500 Gt CO₂. Au rythme annuel actuel des émissions de CO₂, ce budget serait dépassé en 2033.
- Pour avoir une chance sur deux de limiter le réchauffement à +2°C, le budget carbone restant serait de 1 350 Gt CO₂. Au rythme annuel actuel des émissions de CO₂, ce budget serait dépassé en 2058.
- Il est nécessaire d'atteindre, au niveau mondial, zéro émission nette de CO₂ pour stabiliser la hausse de la température mondiale à la surface de la Terre.
- Les scénarios de faible hausse ou de très faible hausse d'émissions auraient des effets rapides et durables pour limiter le changement climatique d'origine anthropique par rapport aux scénarios de forte et de très forte hausse d'émissions.
- Le climat que les générations actuelles et futures vont connaître dépendra des émissions de GES à venir. Réduire fortement, rapidement et durablement ces émissions limitera les changements climatiques. À l'inverse, continuer d'émettre au rythme actuel conduira à des bouleversements plus importants, plus rapides, qui affecteront progressivement toutes les régions du monde, et auxquels nos sociétés ne sont pas préparées. Certains changements climatiques dureront des siècles ou des millénaires : nos choix d'aujourd'hui auront des conséquences pendant très longtemps.

► **D.1 - Limiter le réchauffement d'origine anthropique à un niveau donné nécessite de limiter les émissions cumulées de CO₂, d'atteindre au moins zéro émission nette de CO₂, et de réaliser de fortes réductions des autres GES. Des réductions rapides, fortes et soutenues de CH₄ limiteraient également le réchauffement résultant de la baisse des émissions d'aérosols et amélioreraient la qualité de l'air.**

D1.1. Ce rapport confirme [C] le résultat présenté dans l'AR5 selon lequel il existe un rapport quasi-linéaire entre les émissions cumulées de CO₂ d'origine anthropique et le réchauffement planétaire qu'elles induisent. Il est *probable* que chaque 1 000 Gt d'émissions cumulées de CO₂ conduise à une hausse de la température [moyenne] à la surface de la Terre de +0,45°C [fourchette comprise entre 0,27°C et 0,63°C]. Cette fourchette de température, plus resserrée que celles établies dans l'AR5 et le rapport spécial +1,5°C, est appelée la « réponse climatique transitoire aux émissions cumulées de CO₂ » (en anglais : *Transient climate response to cumulative CO₂ emissions* ou TCRE). Ce rapport quasi-linéaire implique que pour stabiliser la hausse de la température mondiale d'origine anthropique, quel que soit le niveau atteint, il faut atteindre zéro émission nette de CO₂ d'origine anthropique. Cela implique aussi que pour limiter

¹¹ Le terme « budget carbone » se réfère à la quantité maximale d'émissions mondiales nettes cumulées de CO₂ d'origine anthropique qui conduirait à limiter le réchauffement à un niveau donné avec une probabilité donnée, en prenant en compte l'impact d'autres forçeurs climatiques d'origine anthropique. Le budget carbone est qualifié de « total » (budget carbone total) lorsqu'il est exprimé à partir de la période pré-industrielle et de « restant » (budget carbone restant) lorsqu'il est exprimé à partir d'une date récente spécifiée.

la hausse de la température mondiale, il est nécessaire de limiter les émissions cumulées de CO₂ à une quantité fixée : un budget carbone.

D1.2. Au cours de la période 1850-2019, 2 390 ±240 Gt de CO₂ (fourchette *probable*) d'origine anthropique ont été émises. Des **budgets carbone** restants ont été calculés pour plusieurs hausses de la température mondiale, avec divers niveaux de probabilité, basés sur : la valeur estimée de la TCRE et les incertitudes qui l'entourent ; des estimations du réchauffement historique ; les variations dans les projections de réchauffement induit par les émissions de GES hors CO₂ ; des rétroactions du climat, telles les émissions résultant du dégel du pergélisol ; et l'évolution de la température mondiale à la surface de la Terre après que les émissions mondiales de CO₂ d'origine anthropique atteignent zéro émission nette.

Tableau SPM.2 - Estimations des émissions historiques de CO₂ et les budgets carbone restants

Les budgets carbone restants estimés sont calculés depuis le début de l'année 2020 et s'étendent jusqu'à ce que les émissions mondiales nettes de CO₂ soient nulles (zéro émission nette). Ils se réfèrent aux émissions de CO₂, tout en tenant compte de l'impact des émissions de GES hors CO₂ sur le réchauffement planétaire. Dans ce tableau, le réchauffement climatique se réfère à l'augmentation de la température de la surface de la planète induite par l'activité humaine, ce qui exclut l'impact de la variabilité naturelle sur les températures mondiales pendant une année donnée.

Réchauffement entre 1850-1900 et 2010-2019 (°C)	Emissions historiques cumulées de CO ₂ 1850-2019 (en GtCO ₂)
1,07 (0,8-1,3 [fourchette <i>probable</i>])	2 390 (±240) [fourchette <i>probable</i>]

Réchauffement planétaire approximatif par rapport à 1850-1900 jusqu'à l'atteinte de la hausse maximale de température (°C)	Réchauffement planétaire supplémentaire par rapport à 2010-2019 jusqu'à l'atteinte de la hausse maximale de température (°C)	Budgets carbone restants estimés à partir du début de 2020 (en GtCO ₂)					Différents niveaux de de réductions des émissions de GES hors CO ₂
		Probabilité de limiter le réchauffement planétaire à la hausse maximale de température					
		17%	33%	50%	67%	83%	
1,5	0,43	900	650	500	400	300	Des réductions d'émissions de GES hors CO ₂ plus fortes ou plus faibles peuvent faire augmenter ou baisser les valeurs à gauche de 220 Gt CO ₂ ou plus
1,7	0,63	1 450	1 050	850	700	550	
2,0	0,93	2 300	1 700	1 350	1 150	900	

Source : [Résumé à l'intention des décideurs](#) du 1^{er} volume de l'AR6, Giec, 9 août 2021 (p.38).

Ainsi, pour avoir une chance sur deux de limiter le réchauffement à +1,5°C, le budget carbone restant serait de **500 Gt CO₂**. Au rythme annuel actuel des émissions de CO₂ (33,5 Gt CO₂ en 2018, source : [AIE](#), février 2021), ce budget serait dépassé en **2035**, soit dans 14 ans¹².

De même, pour avoir une chance sur deux de limiter le réchauffement à +2°C, le budget carbone restant serait de **1 350 Gt CO₂**. Au rythme annuel actuel des émissions de CO₂, ce budget serait dépassé en **2060** (voir note en bas de page 12 pour l'explication du calcul).

¹² Ce calcul a été réalisé de la manière suivante : 500 / 33,5, soit 14,93 (arrondi à 15). Puisque le budget carbone restant est estimé à partir de début 2020 (voir tableau SMP.2), cela nous amène à 2035 (soit 2020 + 15).

D1.4. Il est possible d'absorber (séquestrer) le CO₂ de l'atmosphère et de le stocker durablement dans des réservoirs via les techniques de séquestration du carbone (puits de carbone) (*carbon dioxide removal* ou CDR)¹³ [C]. Ces techniques visent à compenser les émissions résiduelles de CO₂ pour atteindre zéro émission nette de CO₂ ou de GES ; ou, si elle est mise en œuvre sur une échelle où la séquestration artificielle dépasse les émissions anthropiques, à faire baisser la température à la surface de la Terre. Ces méthodes de séquestration artificielle du carbone peuvent avoir des effets considérables sur les cycles biogéochimiques et le climat, lesquels peuvent soit affaiblir, soit renforcer la capacité potentielle de ces méthodes à éliminer le CO₂ et à réduire le réchauffement. Elles peuvent également avoir un impact sur la disponibilité et la qualité des ressources en eau, la production alimentaire et la biodiversité [C].

D1.5. Ces méthodes de séquestration du carbone conduisant à un niveau d'émissions mondiales nettes négatives aurait pour conséquence de faire baisser les concentrations atmosphériques de CO₂ et d'inverser l'acidification de la surface des océans [C]. Les flux anthropiques d'émissions et de séquestration de CO₂ sont en partie compensés par les flux de CO₂ de et vers les terres et les océans [C]. Il existe une asymétrie, au sein du cycle du carbone, entre les émissions et les absorptions de CO₂, qui implique que pour compenser une quantité de CO₂ émise, une quantité plus grande est à séquestrer [C] (cf. *résumé technique, section 3.3.2*).

D1.6. Si un niveau négatif net d'émissions mondiales de CO₂ (c'est-à-dire davantage de CO₂ absorbé par les puits que de CO₂ émis) était atteint et maintenu, la hausse de la température à la surface de la Terre induite par les émissions de CO₂ serait progressivement inversée mais d'autres conséquences poursuivraient leur tendance actuelle pendant des décennies, voire des millénaires [C]. Par exemple, il faudrait plusieurs siècles, voire plusieurs millénaires, pour inverser la tendance de l'élévation du niveau moyen mondial de la mer, même dans le cadre d'un scénario d'émissions négatives nettes de CO₂ de grande ampleur [C].

D1.7. Dans les cinq scénarios étudiés pour l'AR6, les changements simultanés d'émissions de CH₄, d'autres précurseurs d'ozone troposphérique (NO_x, COVNM et CO) et d'aérosols conduiraient à un réchauffement planétaire net à la surface de la Terre à court et à long terme [C]. A long terme, ce réchauffement net est plus faible dans les scénarios impliquant des réductions d'émissions de polluants conjuguées à de fortes réductions des émissions de CH₄ de manière soutenue [C]. Dans les scénarios de faibles émissions (SSP1-2,6) et de très faibles émissions (SSP1-1,9), les réductions projetées d'émissions d'aérosols d'origine anthropique conduiraient à un réchauffement net, alors que les réductions d'émissions de CH₄ et d'autres précurseurs d'ozone troposphérique conduiraient à un refroidissement net. En raison de la courte durée de vie atmosphérique du CH₄ et des aérosols, ces impacts sur le climat se compensent partiellement. Des réductions d'émissions de CH₄ contribueraient également à une amélioration de la qualité de l'air, en réduisant les concentrations mondiales d'ozone troposphérique [C].

D1.8. Il est nécessaire d'atteindre, au niveau mondial, zéro émission nette de CO₂ pour stabiliser la hausse de la température mondiale à la surface de la Terre, les émissions de CO₂ d'origine anthropique et les absorptions de CO₂ étant à l'équilibre. Zéro émission nette de CO₂ ne signifie pas zéro émission nette de GES (où les émissions de GES [pondérées selon leur PRG respectif] seraient égales aux absorptions de GES). Pour une trajectoire d'émissions de GES donnée, les trajectoires d'émissions des différents GES déterminent la réponse climatique, alors que le choix des métriques utilisées pour calculer les émissions et absorptions agrégées des différents GES a un impact sur le moment donné où les émissions agrégées de GES sont calculées comme atteignant zéro émission nette. Les trajectoires d'émissions de GES qui atteignent et maintiennent zéro émission nette définies par le PRG sur 100 ans devraient conduire à une baisse de la température à la surface de la Terre après un pic plus tôt [C].

¹³ Le CDR se réfère aux activités anthropiques qui éliminent à dessein le CO₂ de l'atmosphère et le stockent durablement dans des réservoirs géologiques, terrestres ou océaniques, ou dans des produits. Le CO₂ est éliminé de l'atmosphère en augmentant les puits de carbone biologiques ou géochimiques, ou via le captage direct de l'atmosphère (*source : Giec, [résumé technique](#) du 1^{er} volume de l'AR6, section 3.3.2, p.64*).

► **D.2 - Des scénarios impliquant de faibles (SSP1-2.6) ou de très faibles hausses (SSP1-1.9) d'émissions de GES conduiraient, dans un délai de plusieurs années, à des effets perceptibles sur les concentrations atmosphériques de GES et d'aérosols et sur la qualité de l'air, par rapport aux scénarios de fortes (SSP3-7.0) et de très fortes hausses (SSP5-8.5) d'émissions. Dans un délai d'environ 20 ans, des différences perceptibles de tendances de températures à la surface de la Terre se feraient sentir par rapport à la variabilité naturelle. [C].**

D2.2. Des réductions d'émissions de GES conduisent également à une amélioration de la qualité de l'air. Cependant, à court terme (2021-2040), même dans les scénarios de fortes réductions d'émissions (tels les scénarios de faible (SSP1-2.6) et de très faible hausse (SSP1-1.9) d'émissions, ces améliorations ne suffisent pas dans de nombreuses régions polluées pour respecter les valeurs guides établies par l'Organisation Mondiale de la Santé pour la qualité de l'air [C]. Des scénarios impliquant des réductions ciblées d'émissions de polluants atmosphériques conduisent à une amélioration plus rapide de la qualité de l'air dans un délai de plusieurs années par rapport à des scénarios impliquant des réductions des seules émissions de GES. Cependant, à partir de 2040, d'autres améliorations sont projetées dans les scénarios qui conjuguent les actions de réduction des émissions tant de polluants que de GES, l'ampleur des bénéfices variant selon les régions [C].

D2.3. Les scénarios de faible hausse (SSP1-2.6) ou de très faible hausse (SSP1-1.9) d'émissions auraient des effets rapides et durables pour limiter le changement climatique d'origine anthropique par rapport aux scénarios de forte (SSP3-7.0) et de très forte hausse (SSP5-8.5) d'émissions. Toutefois, des réponses précoces pourraient être masquées par la variabilité naturelle [C].

Focus sur les nouvelles valeurs de PRG de l'AR6

► Qu'est-ce que le pouvoir de réchauffement global ?

Pour son premier rapport d'évaluation (1990), le Giec a mis au point un indice, le pouvoir de réchauffement global (PRG) représentant l'impact d'un GES sur le climat, en comparaison au CO₂ dont le PRG est fixé arbitrairement à 1. Cet indice permet de convertir les émissions directes des GES en "équivalent CO₂" (CO₂e). Cette notation permet notamment de comparer l'impact relatif des GES sur le changement climatique et de définir des objectifs de réduction chiffrés en CO₂e pour les émissions de l'ensemble des GES. Le PRG représente la capacité relative d'un GES à contribuer au forçage radiatif. Il correspond au forçage radiatif cumulé sur une période donnée (la période de référence a été fixée à 100 ans dans le cadre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto) induit par une quantité de GES émise. Par exemple, l'émission d'une tonne de CH₄ équivaut à l'émission de 25 t CO₂ selon les valeurs de PRG en vigueur aujourd'hui dans les inventaires (voir tableau ci-dessous).

Le PRG de chaque GES est déterminé par le Giec au fur et à mesure de ses rapports d'évaluation (*Assessment Reports* ou AR). Conformément aux exigences de la CCNUCC, les valeurs du 4^{ème} rapport d'évaluation (2007) restent actuellement utilisées dans les inventaires, jusqu'à la fin de la seconde période d'engagement du Protocole de Kyoto (2013-2020) (c'est-à-dire dans l'inventaire relatif à l'année 2020, qui sera élaboré et soumis en 2022).

► Les valeurs de PRG définies par le Giec

Valeurs de PRG définies par le Giec

Gaz à effet de serre	Pouvoir de réchauffement global à 100 ans					D'après le 6 ^e rapport (« AR6 ») de 2021
	D'après le 1 ^{er} rapport (« FAR ») de 1990	D'après le 2 ^e rapport (« SAR ») de 1995	D'après le 3 ^e rapport (« TAR ») de 2001	D'après le 4 ^e rapport (« AR4 ») de 2007	D'après le 5 ^e rapport (« AR5 ») de 2014	
CO ₂	1	1	1	1	1	1
CH ₄	21	21	23	25	28	27,9
N ₂ O	290	310	296	298	265	273
HFC*	140 à 2 900	140 à 11 700*	12 à 12 000*	124 à 14 800*	<4 à 12 400*	4,84 à 14 600*
PFC*	n.e.	6 500 à 9 200*	5 700 à 11 900*	7 390 à 12 200*	<1 à 11 100*	0,004 à 12 400*
SF ₆	n.e.	23 900	22 200	22 800	23 500	25 200
NF ₃	n.e.	n.e.	n.e.	17 200	16 100	17 400
Utilisation dans les inventaires nationaux	Non	Référence obligatoire dans les inventaires publiés jusqu'en 2015	Non	Obligatoire / valeurs de référence actuelles	Obligatoire à partir de 2023 (à partir de l'inventaire relatif à 2021)	A déterminer par la COP (CCNUCC)

*Pour les HFC et PFC, le PRG varie en fonction de l'espèce considérée. Ici ne sont indiquées que les valeurs les plus faibles et les plus élevées. NB. A noter que concernant les valeurs PRG des HFC, l'AR5 et l'AR6 présentent également des valeurs PRG pour une famille supplémentaire appelée HFO, dont la plupart des espèces ont un PRG inférieur à 1.

n.e. : non estimé.

Sources : FAR WGI chap.2 p.60 ; SAR WGI chap.2 p.121 ; TAR WGI chap. 4 p.244 ; AR4 WGI chap.2 p.212-213 ; AR5 WGI chap.8 p.731-737 ; AR6 WGI Tableau 7.SM.7 (pp.1842-1853 - NB. pages à l'écran).

Dans les inventaires nationaux des émissions de GES des Etats, les émissions de chaque GES sont calculées en masse, puis converties en équivalent CO₂. Pour les calculer, **les valeurs de PRG qui doivent être actuellement utilisées par les Parties à l'annexe I de la CCNUCC sont celles, sur 100 ans, de l'AR4 de 2007**. En effet, depuis le rapportage, en 2015, de l'inventaire 1990-2013, la France doit utiliser ces valeurs (décision 15/CP.17 ; adoptée à la COP-17, fin 2011 ; confirmée par la décision 24/CP.19, adoptée à la COP-19, fin 2013).

A partir du 1^{er} janvier 2023 (pour l'inventaire relatif à l'année 2021), la France devra utiliser les PRG de l'AR5 conformément aux décisions 18/CM1.1 et 1/CP.24 (adoptée à la COP 24) sur la mise en œuvre de l'Accord de Paris.

Dans le cadre de l'AR6, le Giec a défini de nouvelles valeurs de PRG qui sont présentées dans son premier volume. Parmi les nouvelles valeurs sur 100 ans figurent les suivantes :

- N₂O : elle passe de 265 dans l'AR5 à 273 dans l'AR6,
- CH₄ : très légère baisse, en passant de 28 à 27,9,
- CFC-11 : elle passe de 4 460 à 5 560,
- HFC-23 : elle passe de 12 400 à 14 600,
- HFC-134a : elle passe de 1 300 à 1 530,
- PFC-116 : elle passe de 11 100 à 12 400.

(Source : Giec, AR6, rapport du [WGI](#), tableau 7.SM.7, pp.1842-1853 - NB. pages à l'écran).

► La durée de vie dans l'atmosphère : nouvelles valeurs définies par le Giec

Dans le premier volume de l'AR6, le Giec a également mis à jour les valeurs de durée de vie dans l'atmosphère des GES.

Durée de vie dans l'atmosphère des GES : nouvelles valeurs de l'AR6 par rapport à celles de l'AR5

Gaz à effet de serre	D'après le 5 ^e rapport (« AR5 ») de 2014 (années)	D'après le 6 ^e rapport (« AR6 ») de 2021 (années)
CO ₂		
CH ₄	12,4	11,8
N ₂ O	121	109
HFC*	2,1 jours à 222*	0,219 à 228*
PFC*	1,1 jour à 50 000*	0,015 à 50 000*
SF ₆	3 200	3 200
NF ₃	500	569

*Pour les HFC et PFC, la durée de vie varie en fonction de l'espèce considérée. Ici ne sont indiquées que les valeurs les plus faibles et les plus élevées.

Sources : AR5 WGI chap.8 p.731-737 ; AR6 [WGI](#) Tableau 7.SM.7 (pp.1842-1853 - NB. pages à l'écran).

Que retenir du résumé à l'intention des décideurs ?

► réchauffement - hausse des températures

Passé/aujourd'hui

- Le réchauffement déjà constaté (la période 2011-2020) est de +1,09°C par rapport à la période 1850-1900. Ce réchauffement est plus important sur les continents (+1,59°C) qu'au-dessus des océans (+0,88°C).

Futur

- Quel que soit le scénario d'émissions futures, la température de la planète continuera d'augmenter au moins jusqu'en 2050.
- Dans un scénario de hausse intermédiaire d'émissions (pic vers 2030), il est *extrêmement probable* que le seuil de +2°C de réchauffement soit dépassé au cours du 21^e siècle et il est *probable* que le seuil de +1,5°C soit dépassé entre 2021 et 2040.

- Dans un scénario de très forte hausse d'émissions (sans politique climat internationale efficace), il est *très probable* que le seuil de +2°C soit dépassé entre 2041 et 2060 et que le seuil de +1,5°C soit dépassé entre 2021 et 2040.

- Il est *probable* que chaque 1 000 Gt d'émissions cumulées de CO₂ conduise à une hausse de la température [moyenne] à la surface de la Terre de +0,45°C.
- Il est nécessaire d'atteindre, au niveau mondial, zéro émission nette de CO₂ pour stabiliser la hausse de la température mondiale à la surface de la Terre.

► rôle des activités humaines

Passé/aujourd'hui

- Aujourd'hui, c'est un fait établi et sans équivoque que le réchauffement de l'atmosphère, des océans et des terres est dû aux activités humaines.
- Le réchauffement directement attribuable aux activités humaines (sur la période 2010-2019) est de +1,07°C, soit la quasi-totalité du réchauffement observé.
- Le rythme de réchauffement de la température à la surface de la Terre est sans précédent depuis au moins 2 000 ans.

Futur

- Le climat que les générations actuelles et futures vont connaître dépendra des émissions de GES à venir. Réduire fortement, rapidement et durablement ces émissions limitera les changements climatiques. A l'inverse, continuer d'émettre au rythme actuel conduira à des bouleversements plus importants, plus rapides, qui affecteront progressivement toutes les régions du monde, et auxquels nos sociétés ne sont pas préparées. Certains changements climatiques dureront des siècles ou des millénaires : nos choix d'aujourd'hui auront des conséquences pendant très longtemps.

► océans et glaciers

Passé/aujourd'hui

- Le niveau moyen de la mer, à l'échelle planétaire, s'est élevé de 20 cm entre 1901 et 2018, ce rythme s'étant accéléré pour atteindre 3,7 mm/an sur la période 2006-2018. Ce rythme d'élévation est le plus rapide depuis au moins 3 000 ans.

Futur

- Il est *probable* que l'Arctique soit pratiquement dépourvu de banquise au moins une fois avant 2050
- Il est *probable* que le niveau de la mer d'ici 2100 s'élève en moyenne de 0,28 à 1,01 m par rapport à la période 1995-2014.
- La libération du carbone due au dégel du pergélisol serait irréversible et durerait plusieurs siècles.

► impacts

Passé/aujourd'hui

- Il est *pratiquement certain* que les épisodes de chaleur extrême se produisent plus fréquemment dans les zones terrestres depuis les années 1950, alors que les épisodes de froid extrême se produisent moins fréquemment et sont moins sévères, et que les activités humaines en soient la cause.
- Il est *probable* que les activités humaines aient augmenté les chances depuis les années 1950 que se produisent des événements extrêmes complexes, y compris une augmentation de la fréquence de vagues de chaleur et de sécheresses concomitantes à l'échelle planétaire.

Futur

- chaque +0,5°C de réchauffement supplémentaire conduirait à une augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de chaleur extrême (vagues de chaleur, fortes précipitations, sécheresses...).

- Avec l'accroissement du réchauffement climatique, chaque région devrait subir de manière croissante des impacts climatiques multiples et simultanés.
- Ces impacts seraient plus généralisés avec un réchauffement de +2°C qu'avec un réchauffement à +1,5°C.
- Des conséquences à faible probabilité (effondrement des calottes glaciaires, modifications abruptes des courants océaniques,...) ne peuvent être écartées.
- Si un niveau négatif net d'émissions mondiales de CO₂ (c'est-à-dire davantage de CO₂ absorbé par les puits que de CO₂ émis) était atteint et maintenu, la hausse de la température à la surface de la Terre induite par les émissions de CO₂ serait progressivement inversée mais d'autres conséquences poursuivraient leur tendance actuelle pendant des décennies, voire des millénaires (par exemple, l'élévation du niveau moyen mondial de la mer).

► émissions et concentrations de GES, budget carbone

Passé/aujourd'hui

- Au cours de la période 1850-2019, 2 390 Gt de CO₂ d'origine anthropique ont été émises.
- En 2019, les concentrations atmosphériques de CO₂ actuelles sont les plus hautes depuis au moins 2 millions d'années. Celles de CH₄ et de N₂O sont les plus élevées depuis au moins 800 000 ans.

Futur

- Pour avoir une chance sur deux de limiter le réchauffement à +1,5°C, le budget carbone restant serait de 500 Gt CO₂. Au rythme annuel actuel des émissions de CO₂, ce budget serait dépassé en 2033.
- Pour avoir une chance sur deux de limiter le réchauffement à +2°C, le budget carbone restant serait de 1 350 Gt CO₂. Au rythme annuel actuel des émissions de CO₂, ce budget serait dépassé en 2058.
- Les scénarios de faible hausse ou de très faible hausse d'émissions auraient des effets rapides et durables pour limiter le changement climatique d'origine anthropique par rapport aux scénarios de forte et de très forte hausse d'émissions.

Lectures essentielles

► Premier volume de l'AR6

[Page du site du Groupe de travail I \(WGI\) consacrée à sa contribution à l'AR6](#)

[Résumé à l'intention des décideurs](#) (*Summary for Policymakers*) (42 p)

[Messages clés](#) (2 p)

[Résumé technique](#) (159 p)

[Rapport intégral du WGI](#) : IPCC (2021). *Climate Change 2021 - The physical science basis*. 9 août 2021 (3949 p).

[Consulter les chapitres individuels du 1^{er} volume de l'AR6](#) : rubrique « Full report », puis « Chapters »

[Glossaire du 1^{er} volume](#) (annexe VII du rapport)

[Liste des auteurs](#)

[Questions fréquemment posées](#) (96 p)

[Atlas interactif](#) pour illustrer les résultats du rapport du WGI

[Base de données](#) utilisées pour le résumé à l'intention des décideurs

[Page du site du Giec consacrée à la 54^e session du Giec](#)

[Couverture détaillée de la 54^e session du Giec et de la 14^e session du WGI par l'Institut international du développement durable \(IISD\)](#)

[Décryptage d'EcoAct](#)

[Analyse de *Carbon Brief*](#) (sous forme de Questions-réponses)

[Synthèse du rapport AR6 du GIEC publié le 09/08/2021, synthèse vulgarisée du résumé aux décideurs du groupe de travail 1 de l'AR6](#), 11 août 2021

► Généralités

IPCC (2021). [Sixth Assessment Report - Fact sheet](#) (fiche d'information), juin 2021.

[Page du Groupe de travail II \(WG II\)](#)

[Page du Groupe de travail III \(WG III\)](#)

[Page consacrée au rapport de synthèse](#)

[Communiqué de la CCNUCC](#)

[Communiqué du MTE](#)

Les Dossiers de fond du Citepa
Pollution de l'air et effet de serre

Retrouvez toute notre veille sur
citepa.org/fr/veille-air-climat