

{Sciences²}

Le blog de **Sylvestre Huet**, journaliste, spécialisé en sciences depuis 1986

9 AOÛT 2021 PAR HUET

Le rapport du GIEC en 18 graphiques

Tweeter

Partager

12 K

Partager

Plus précis. Plus alarmant. Plus fiable. Plus pédagogique. Le groupe-1 du GIEC vient de publier son rapport dans le cadre de la préparation du 6ème rapport de ce Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Le premier fut publié en 1990. Il servit de base scientifique à l'élaboration de la Convention Climat de l'ONU, signée à Rio de Janeiro en 1992.

Le GIEC se divise en trois groupes de travail. Le premier s'occupe de la physique du climat – comment il fut, est et sera dans le futur en fonction des différents scénarios possibles d'émissions de gaz à effet de serre par l'Humanité. Le second analyse les conséquences de ce changement climatique sur les écosystèmes naturels et agricoles et sur les sociétés humaines ainsi que sur les adaptations possibles de ces dernières à ces menaces. Le troisième s'interroge sur les politiques à conduire pour diminuer ces menaces en réduisant nos émissions de gaz à effet de serre.

Les groupes 2 et 3 doivent approuver leurs rapports en février et mars 2022. Le rapport de synthèse est prévu pour fin septembre 2022.

Cette note présente le résumé pour décideurs du groupe 1 et son document « réponses aux questions fréquentes » (FAQ en anglais) à travers une sélection de graphiques rapidement commentés. Elle ne porte donc que sur la physique du climat.

1. Ce que l'on savait en 1990, ce que l'on sait en 2021

FAQ 1.1: Do we understand climate change better than when the IPCC started?

Yes. Between 1990 and 2021, observations, models and climate understanding improved, while the dominant role of human influence in global warming was confirmed.



Understanding

Human influence on climate

Energy budget

? Suspected
Open
(inconsistent estimates)

Established fact ✓

Closed
(inputs = outputs + retained energy)

Sea level budget

Open
(inconsistent estimates)

Closed
(sum of contributions = observed sea level rise)

Observations

Global warming since late 1800s

0.3–0.6°C

0.95–1.20°C

Land surface temperature

1887 stations (1861–1990)

Up to 40,000 stations (1750–2020)

Geological records

5 million years (temperature)
5 million years (sea level)
160,000 years (CO₂)

65 million years (temperature)
50 million years (sea level)
450 million years (CO₂)

Global ocean heat content

1955–1981 (two regions)

1871–2018 (global)

Satellite remote sensing

Temperature, snow cover,
Earth radiation budget

Temperature, cryosphere, Earth radiation budget, CC
sea level, clouds, aerosols, land cover, many others

Climate models

State of the art

General circulation models

Earth system models

High-resolution models

Typical model resolution

500 km

100 km

25–50 km

Major elements

Circulating atmosphere and ocean

Radiative transfer

Land physics

Sea ice



Circulating atmosphere and ocean

Radiative transfer

Land physics

Sea ice

Atmospheric chemistry

Land use/cover

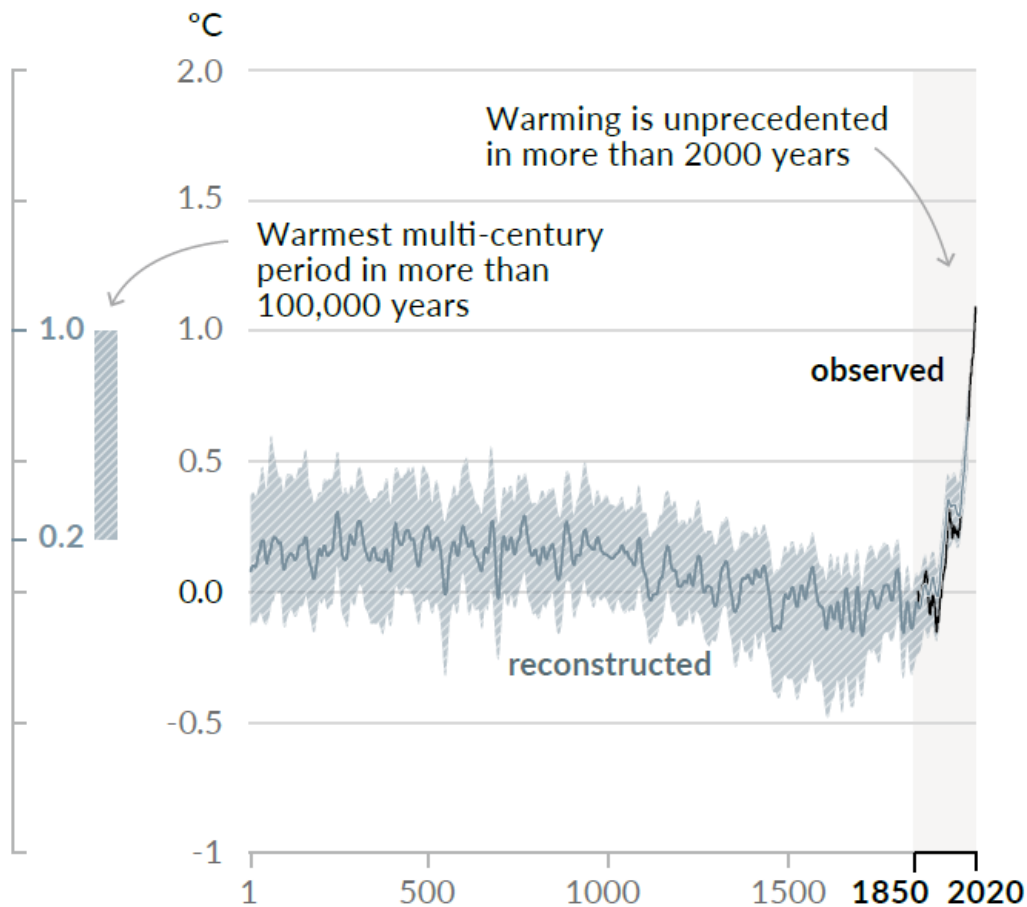
Land and ocean biogeochemistry

Ce graphique est une sorte de réponse à une thèse aujourd'hui fréquente « on savait tout déjà en 1990, voire en 1979 ». Il souligne qu'en 1990 la légère hausse des températures était « suspectée » de trouver son origine dans les émissions de GES, mais sans pouvoir être démontrée. Que les observations climatiques et les données paléoclimatiques étaient certes déjà importantes mais qu'elles ont été considérablement améliorées depuis. Que les modèles numériques du climat utilisés pour simuler le futur devaient se contenter de mailles de calcul de 500 km de côté (donc effaçant nombre de reliefs) et ne comportaient ni chimie atmosphérique, ni l'usage des sols et leurs transformations, ni la biogéochimie terrestre et marine, ni les interactions entre nuages et aérosols. En 2021, les faits climatiques sont bien mieux établis, la cause du réchauffement prouvée, le niveau marin surveillé par satellites, les modèles plus précis, plus complets. Si le rapport de 1990 était suffisant pour répondre positivement à la question des gouvernements à l'origine de la création du GIEC – « est-ce que le changement climatique menace suffisamment nos sociétés pour justifier une politique drastique de réduction de nos émissions de gaz à effet de serre et donc de privation volontaire de l'usage des énergies fossiles qui représentent 80% des énergies utilisées pour subvenir à nos besoins ? » – les rapports qui ont suivi ont considérablement amélioré la précision de la réponse. Le 6ème rapport s'inscrit dans cette évolution du savoir.

2. Comment le climat évolue t-il ?

Les températures :

a) Change in global surface temperature (decadal average)
as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)

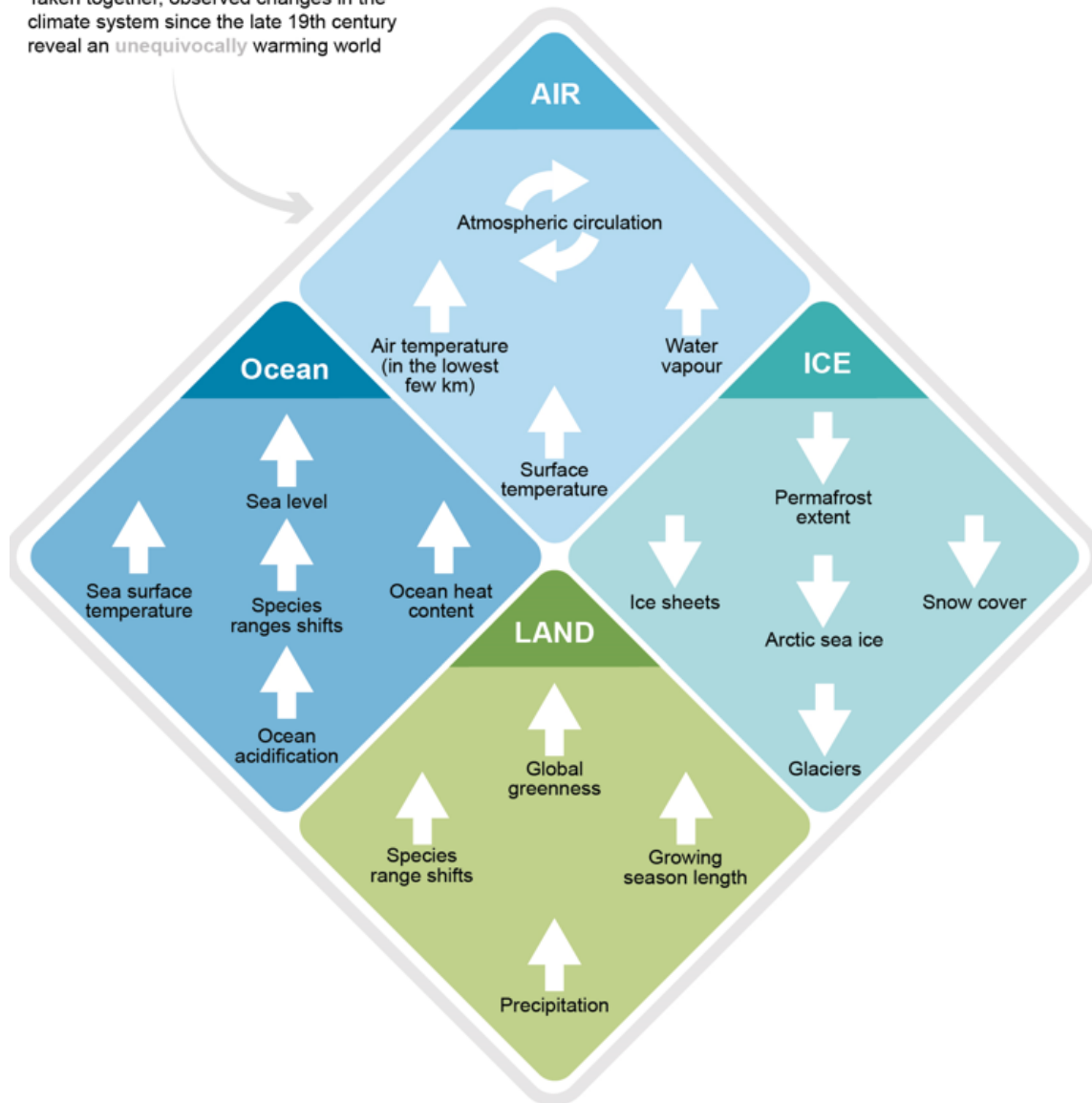


La température moyenne de la planète (mesurée à un mètre au dessus des sols (stations météorologiques) et à la surface des océans) depuis 1850 et la reconstruction de ces températures par des études paléoclimatiques remontant à 2000 ans montre l'amplitude et la rapidité du réchauffement observé. Au secours, vont crier les climatosceptiques, la courbe en crosse de hockey revient ! Logique, puisque c'est de la bonne science.

Les signes du changement climatique :

FAQ 2.2: What is the evidence for climate change?

Taken together, observed changes in the climate system since the late 19th century reveal an **unequivocally** warming world

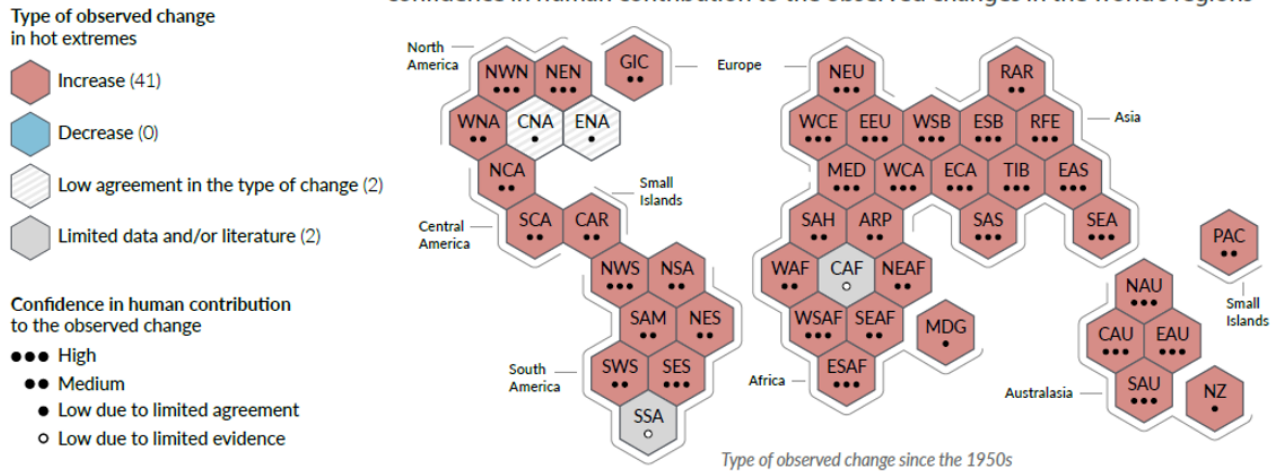


La Terre montre dans toute sa géographie et dans toutes les composantes de ses écosystèmes les signes du changement climatique, causé par son réchauffement.

Les vagues de chaleur se multiplient

Climate change is already affecting every inhabited region across the globe with human influence contributing to many observed changes in weather and climate extremes

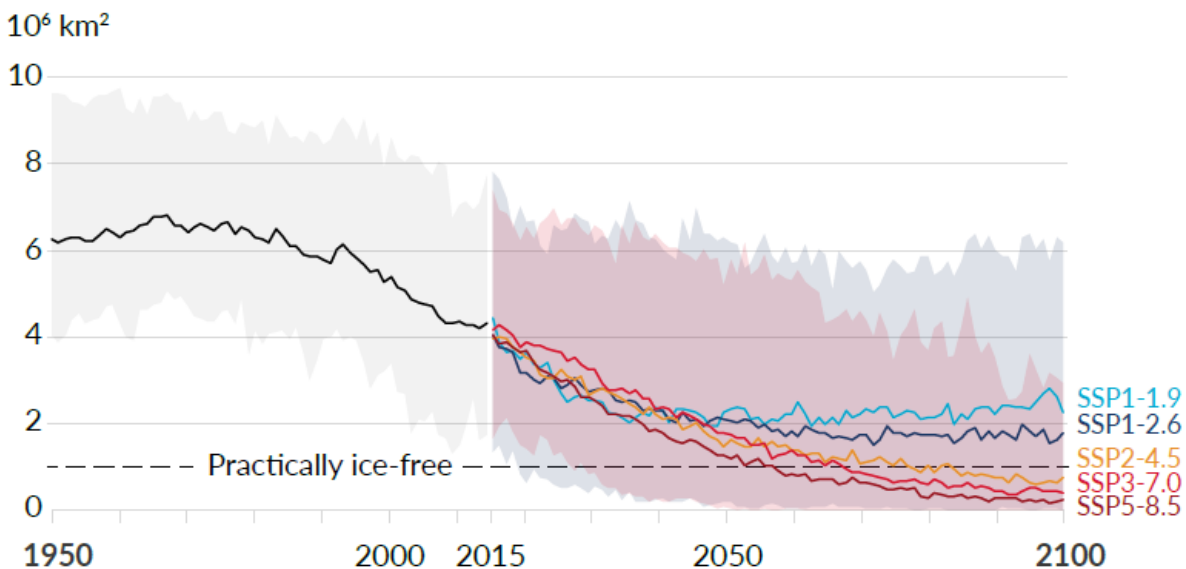
a) Synthesis of assessment of observed change in **hot extremes** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions



L'augmentation de la température ne se manifeste pas seulement sur les moyennes mais également par la multiplication et l'intensification des vagues de chaleur dont les effets peuvent être dévastateurs pour les écosystèmes, l'agriculture ou la santé humaine.

La banquise arctique se rétrécit

b) September Arctic sea ice area



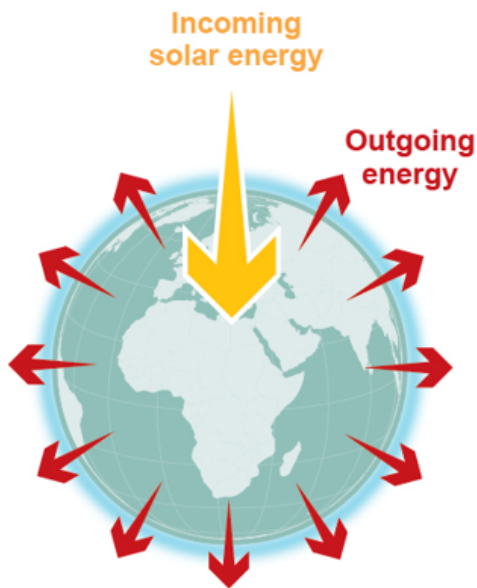
En 30 ans, la surface moyenne de la banquise arctique en fin d'été a diminué de 2 millions de km^2 . Les projections climatiques montrent qu'elle pourrait presque disparaître certaines années en fin d'été à partir de 2050.

3. La cause du changement

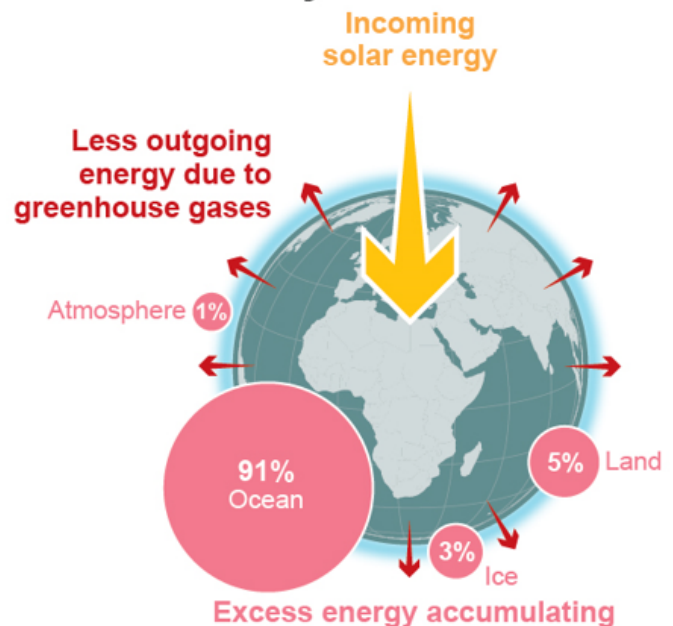
FAQ 7.1: The Earth's energy budget and climate change

Since at least 1970, there has been a persistent imbalance in the energy flows that has led to **excess energy being absorbed by different components of the climate system**.

Stable climate: in balance



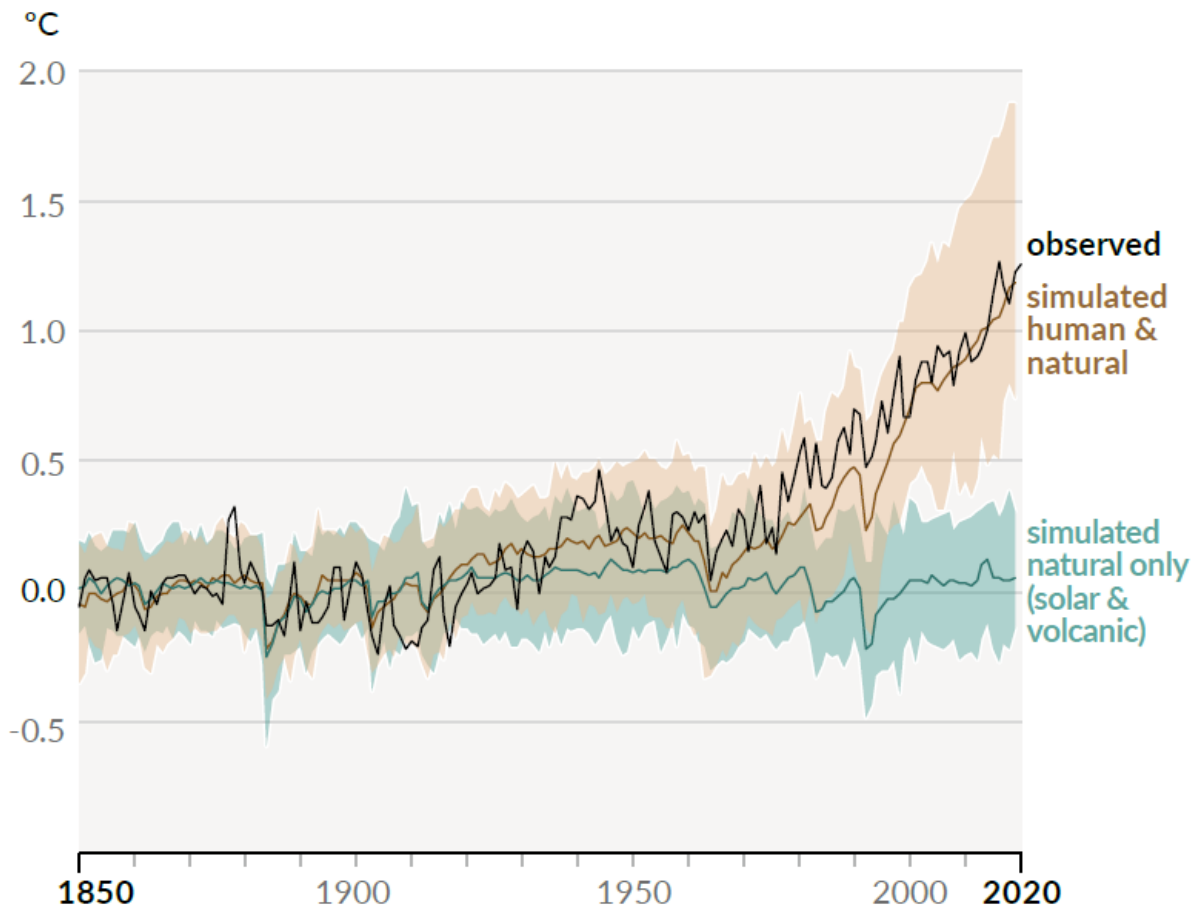
Today: imbalanced



L'intensification de l'effet de serre atmosphérique par nos émissions de gaz à effet de serre – la plupart dues à l'usage des énergies fossiles, charbon, gaz et pétrole – est la cause du réchauffement climatique. Cette intensification a bousculé l'équilibre entre l'énergie solaire qui entre dans le système climatique planétaire et l'énergie que la Terre rayonne vers l'espace. L'énergie supplémentaire ainsi acquise par la planète se distribue surtout vers les océans (91%), la surface des continents (5%), est utilisée pour la fonte des glaces (3%) et seulement 1% est stockée dans l'atmosphère.

La preuve de la cause anthropique du réchauffement

b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)



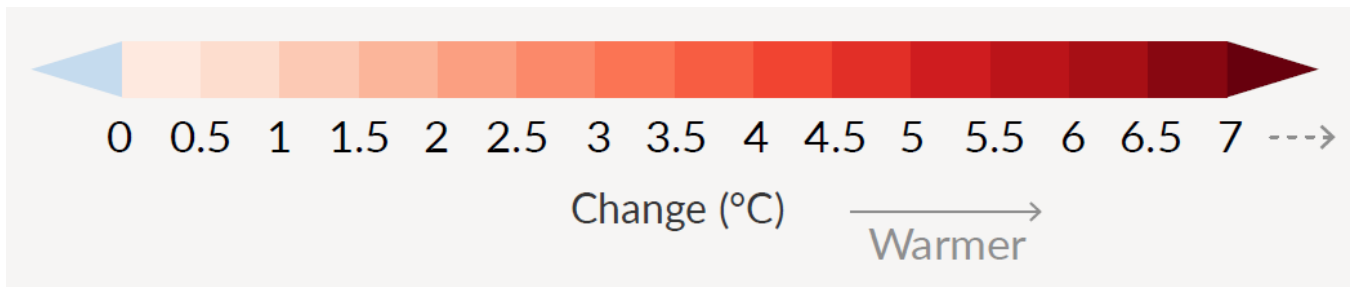
Lorsque les climatologues simulent par modèles et calculs le climat depuis 1850, seules les simulations qui tiennent compte du changement de la composition chimique de l'atmosphère par nos émissions de gaz à effet de serre parviennent à reproduire les températures observées. Les simulations qui ne tiennent compte que des facteurs naturels simulent un climat stable, très éloigné du réel observé.

4. Les climats futurs possibles

Le rapport focalise son résumé sur trois futurs possibles. Un premier où le réchauffement est limité à 1,5°C, un second où il monte à 2°C, un troisième où il grimpe jusqu'à 4°C. Cette présentation pédagogique ne doit pas induire en erreur : ces trois scénarios ne sont pas du tout équiprobables. Le premier supposerait une diminution drastique des émissions mondiales dès aujourd'hui à un rythme très élevé. Sa probabilité économique, sociale et politique est nulle. Le second suppose l'engagement de politiques très sévères de restriction de l'usage des énergies fossiles et de nombreux autres éléments d'une politique climatique efficace. Sa probabilité est faible, mais si ces politiques étaient engagées dans les 10 ans qui viennent au plan mondial, ce scénario ne peut être écarté. Le troisième correspond... à la trajectoire historique des émissions des gaz à effet de serre depuis 1992, l'année de Convention Climat de l'ONU. Autrement dit, pour le réaliser, il suffit de continuer comme aujourd'hui.

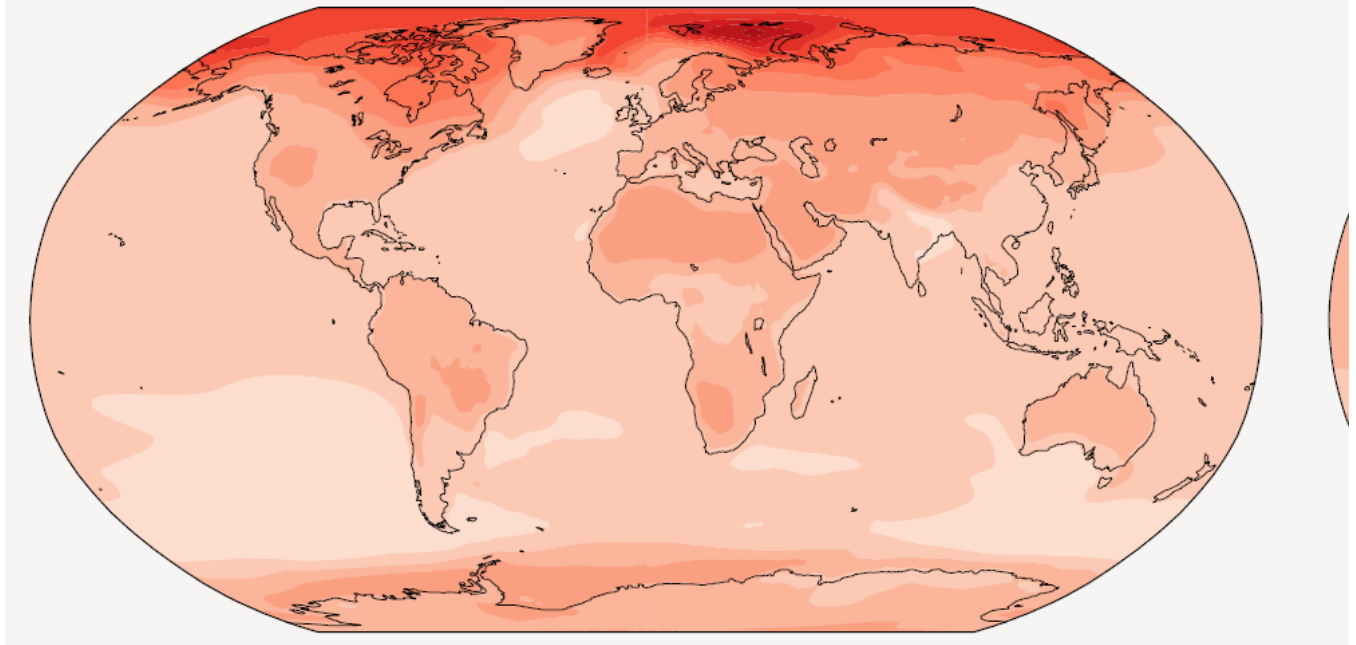
Les cartes des températures de ces trois simulations (les cartes montrent des moyennes de l'ensemble des simulations réalisées par les équipes scientifiques) :

Echelle des températures

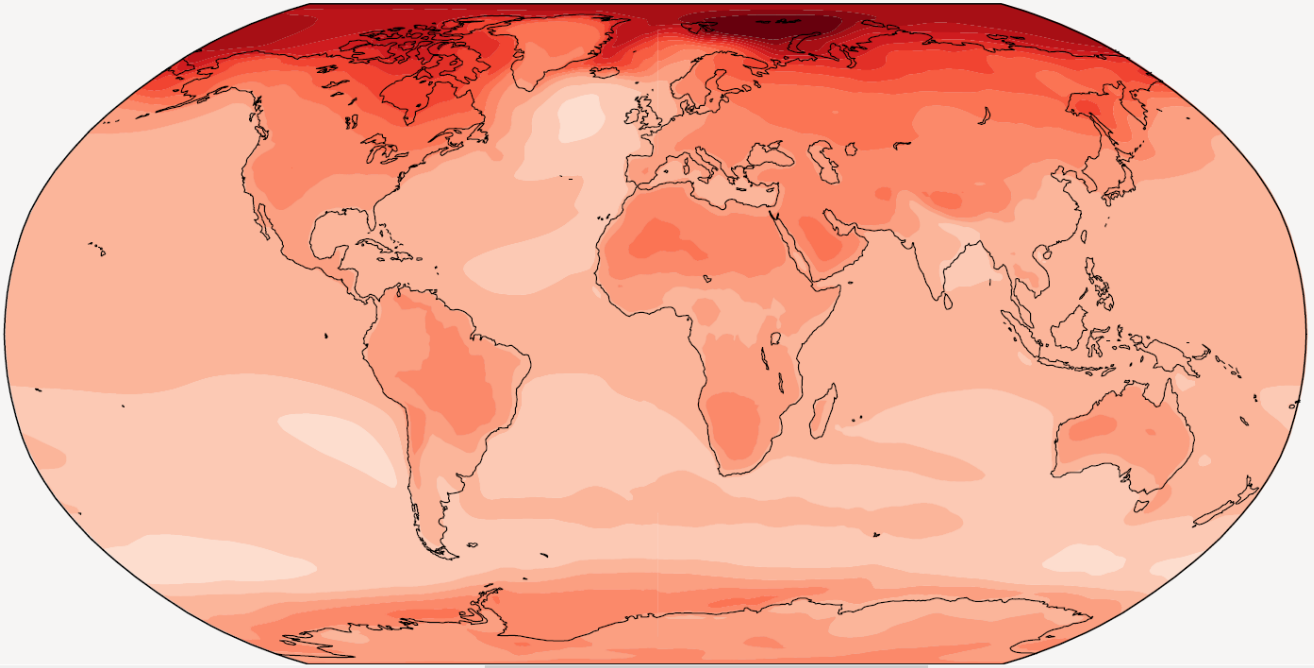


b) Annual mean temperature change (°C) relative to 1850-1900

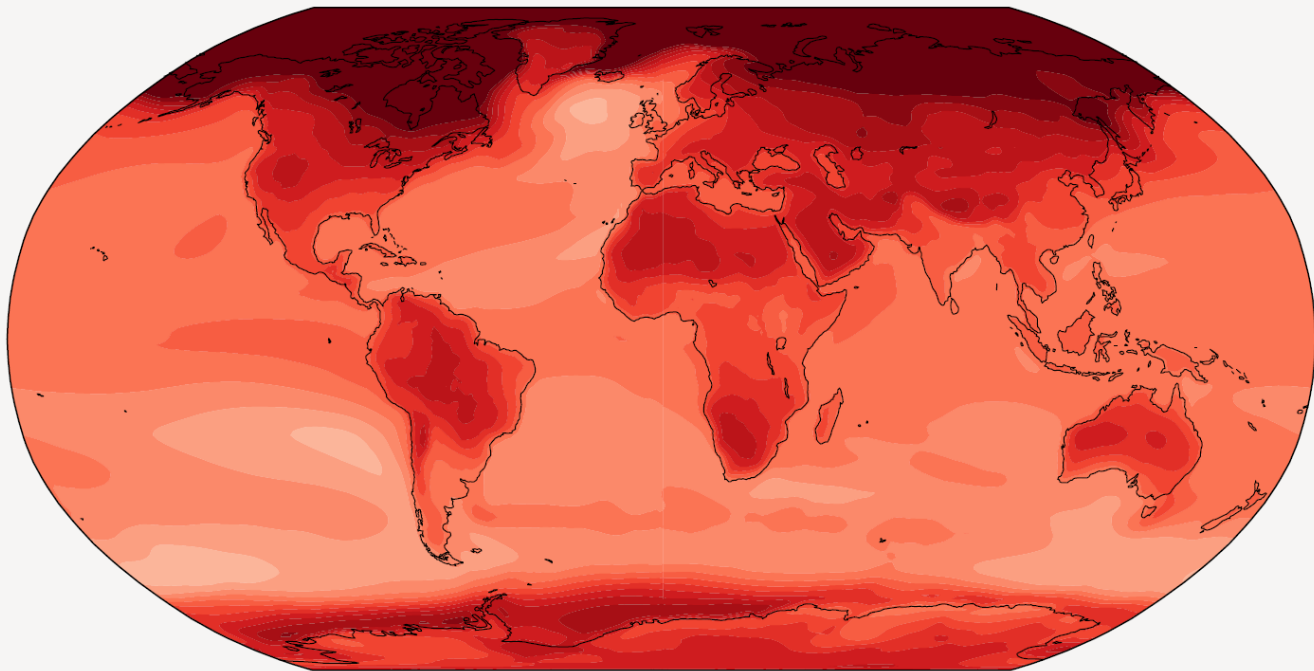
Simulated change at **1.5 °C** global warming



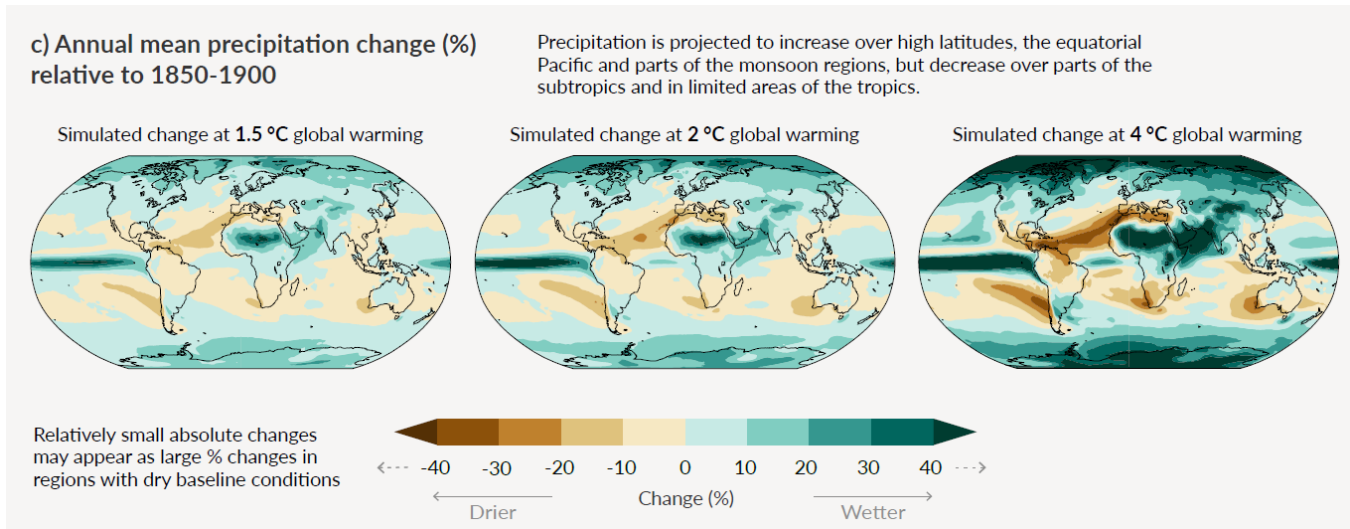
Simulated change at 2 °C global warming



Simulated change at 4 °C global warming



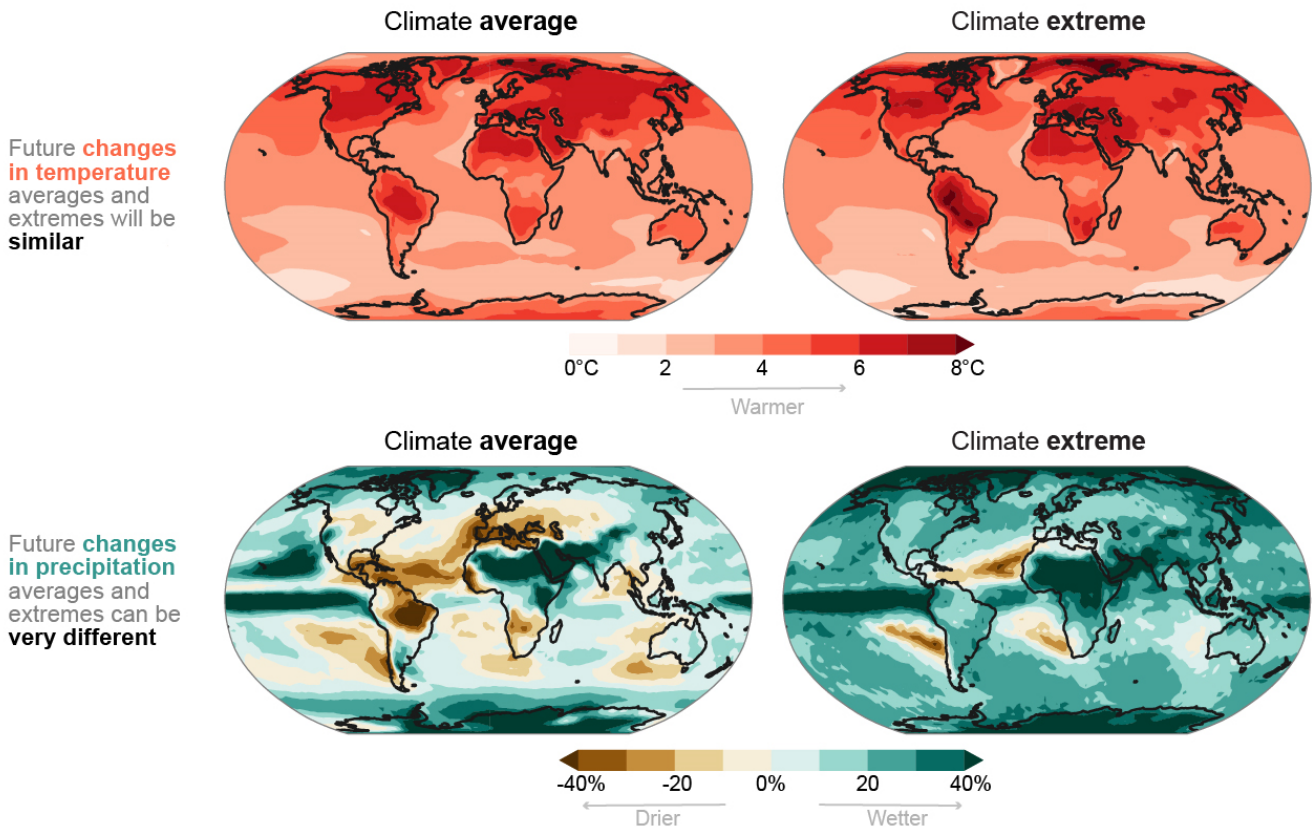
Et voici les simulations pour les précipitations selon les trois cas



Les moyennes de températures ou de précipitations vont changer, mais les fréquences et intensités des épisodes météo ou climatiques extrêmes également.

FAQ 11.1: How will changes in climate extremes compare with changes in climate averages?

The direction and magnitude of future changes in climate extremes and averages depend on the variable considered.



La relation entre moyennes et extrêmes climatiques et météorologique est différente pour les températures et les précipitations. Similarité pour les premières mais parfois opposition pour les secondes.

Ainsi, les zones qui risquent le plus d'être affectées par des sécheresses sont très inégalement distribuées à la surface de la Terre

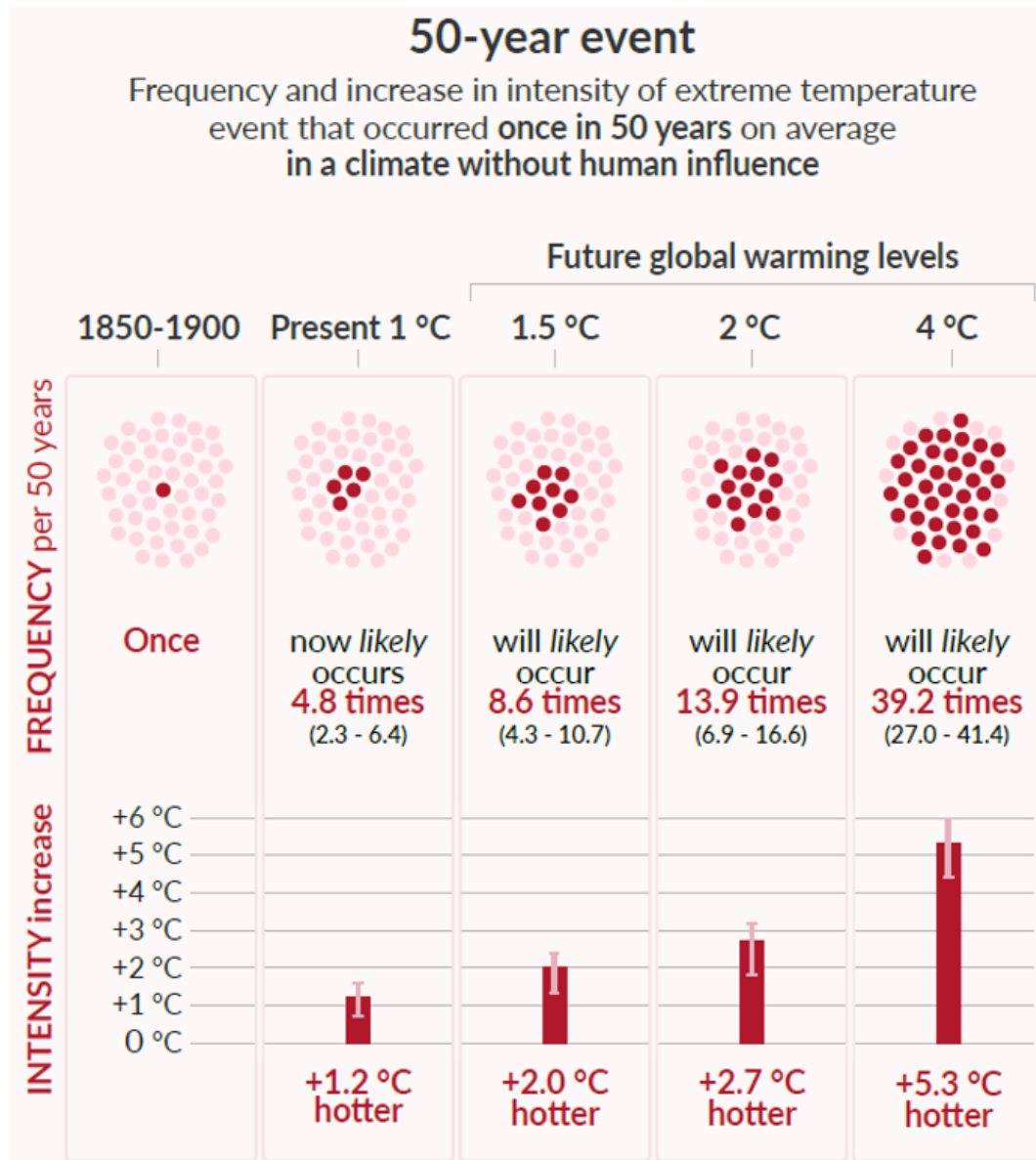
FAQ8.3: Climate change and droughts

In some regions, **drought** is expected to increase under future warming



Le pourtour de la Méditerranée et de la Mer Noire, l'Amérique centrale et le sud-ouest des USA, le Chili, le sud de l'Afrique, la côte ouest (entre Sénégal et Côte d'Ivoire), Madagascar, l'Amazonie sont les régions les plus menacées par des sécheresses fréquentes et intenses. En Amazonie, cela pourrait déclencher une transformation profonde de l'écosystème forestier.

Des vagues de chaleurs beaucoup plus fréquentes et intenses

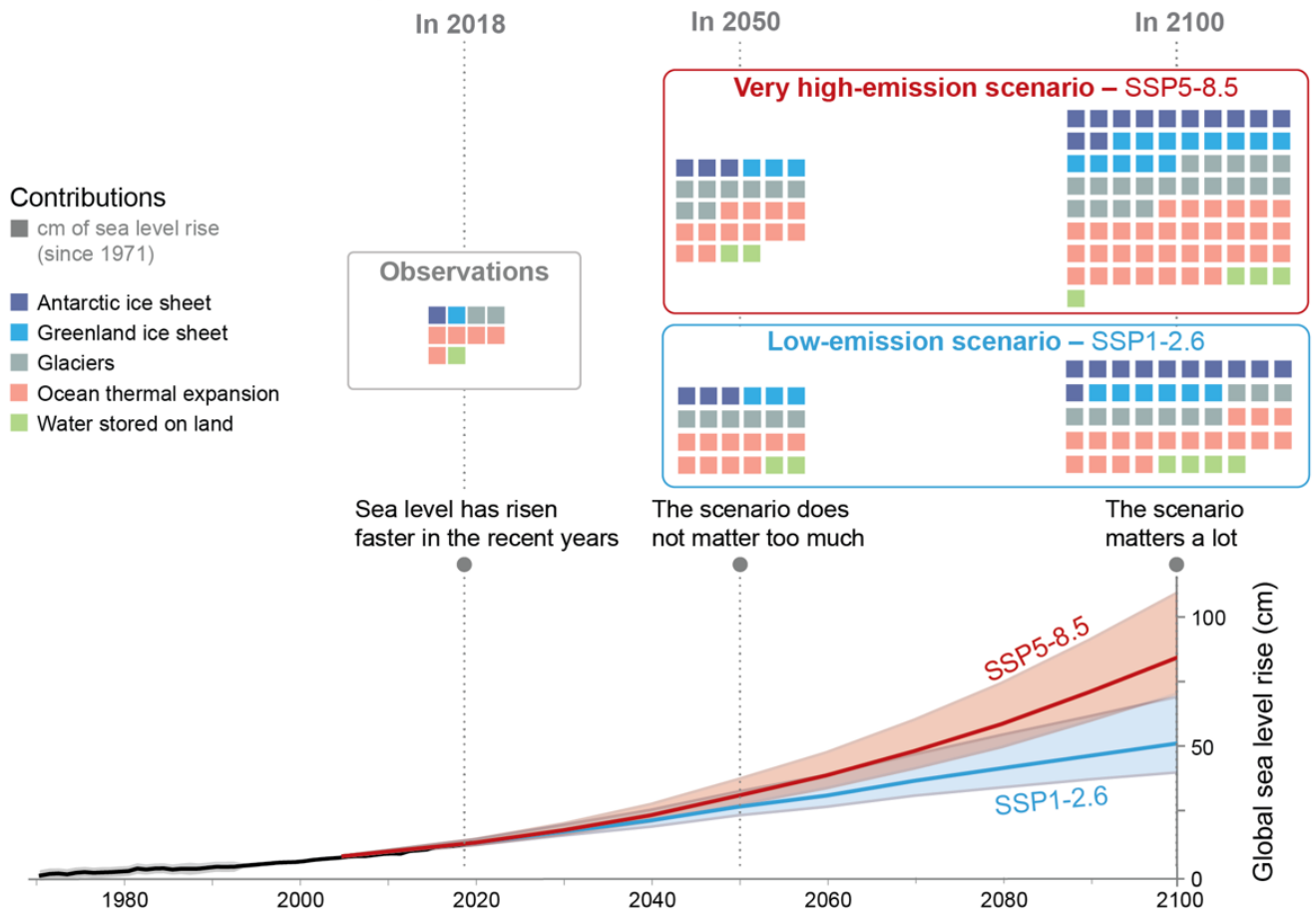


Une vague de chaleur dont la fréquence dans le climat d'il y a 50 ans était d'une fois tous les 50 ans surviendra beaucoup plus souvent (14 fois pour un réchauffement de 2°C, 40 fois pour un réchauffement de 4°C) et la température sera de 2,7°C et de 5,3°C plus élevée. Pour la France, cela signifie des canicules à 50°C, sur une vaste partie du territoire dans ce dernier cas.

Le niveau marin futur

FAQ 9.2: How much will sea level rise in the next few decades?

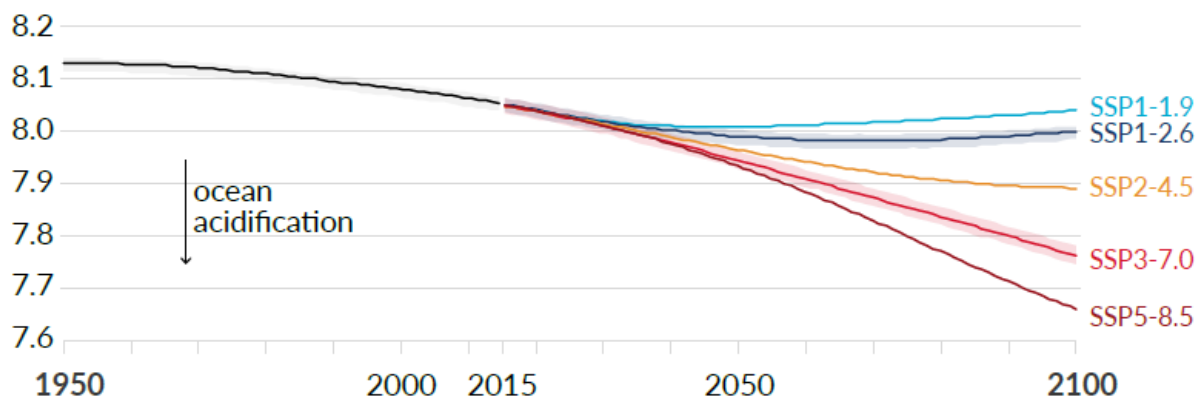
Emissions scenarios influence little sea level rise of the coming decades but has a huge effect on sea level at the end of the century.



La montée du niveau marin est inéluctable. Mais son évolution à court terme dépend peu de nos émissions actuelles. En revanche, à l'horizon 2100, ces émissions peuvent en changer considérablement l'amplitude. A plus long terme (3 siècles) un scénario à 4°C en 2100 peut aboutir à une hausse de plusieurs mètres.

L'acidification des océans

c) Global ocean surface pH (a measure of acidity)



La diminution du pH moyen de l'océan, en raison de dissolution du CO₂ dans l'eau, est en cours et va s'accroître. Elle menace de nombreuses espèces du plancton marin, la base de la chaîne alimentaire océanique, qui ne parviennent plus à former leur squelette calcaire.

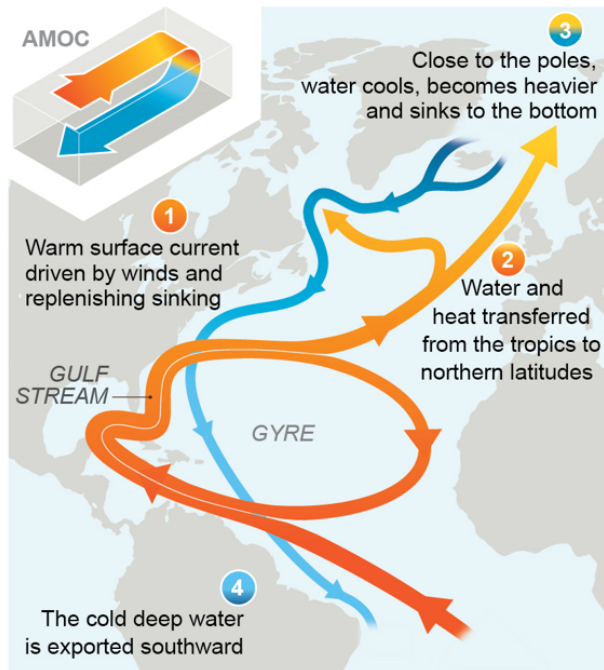
Et le Gulf Stream ?

FAQ 9.3: Will the Gulf Stream shut down?

The Gulf Stream, a warm current, is expected to weaken but not cease. This slowdown will affect regional weather and sea level.

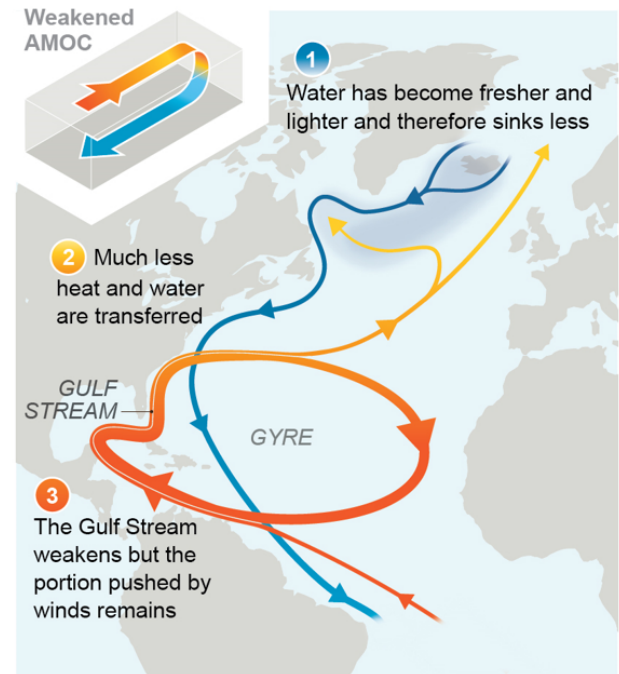
Today

The Gulf Stream is part of both the horizontal, subtropical gyre and the vertical, Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)



In a warmer world

Climate change weakens the AMOC, which slows the Gulf Stream down

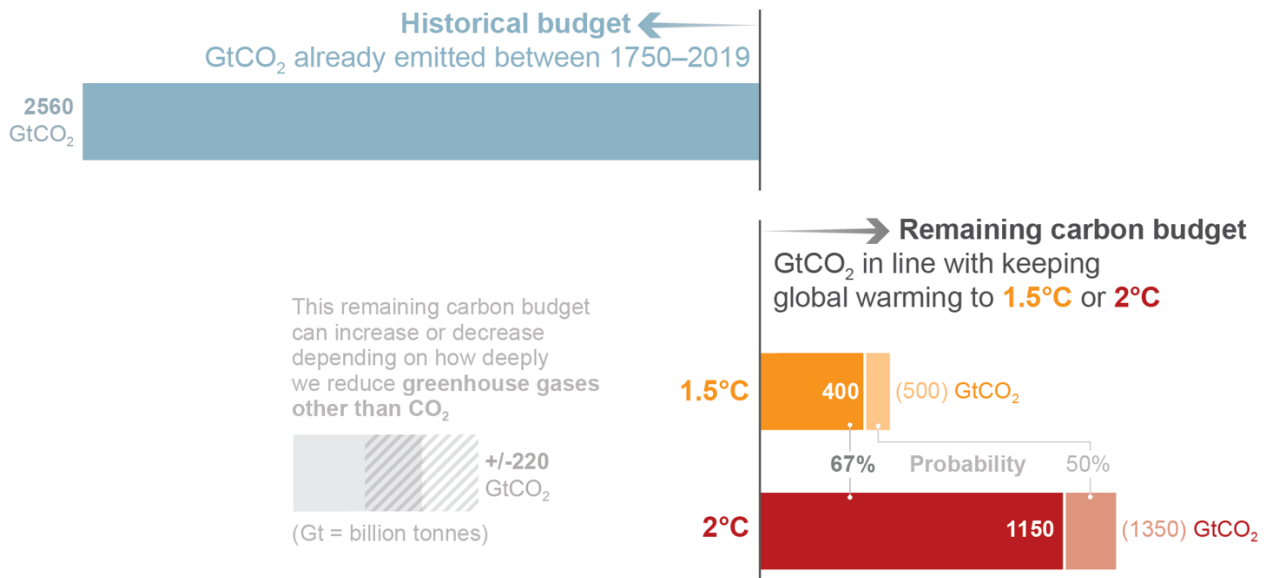


Le gulf stream risque t-il de s'arrêter ? Non répond le rapport du GIEC, mais il pourrait ralentir. Cela provoquerait un moindre réchauffement de l'Europe du Nord-Ouest.

5. Le budget carbone de l'Humanité

FAQ 5.4: What are Carbon Budgets?

The term carbon budget is used in several ways. Most often the term refers to the total net amount of carbon dioxide (CO₂) that can still be emitted by human activities while limiting global warming to a specified level.



Alors que l'Humanité a émis 2 560 milliards de CO₂ depuis 1750, il faudrait n'en émettre que 500 de plus pour limiter le réchauffement à 1,5°C. Pour le limiter à 2°C, 1150 milliards de tonnes. Ces objectifs supposent de ne pas utiliser la majeure partie des énergies fossiles disponibles en sous-sol. Et donc des transformations technologiques, économiques, sociales, culturelles et politiques majeures.

Les auteurs du résumé pour décideurs :

Drafting Authors:

Richard P. Allan (United Kingdom), Paola A. Arias (Colombia), Sophie Berger (France/Belgium), Josep G. Canadell (Australia), Christophe Cassou (France), Deliang Chen (Sweden), Annalisa Cherchi (Italy), Sarah L. Connors (France/United Kingdom), Erika Coppola (Italy), Faye Abigail Cruz (Philippines), Aïda Diongue-Niang (Senegal), Francisco J. Doblas-Reyes (Spain), Hervé Douville (France), Fatima Driouech (Morocco), Tamsin L. Edwards (United Kingdom), François Engelbrecht (South Africa), Veronika Eyring (Germany), Erich Fischer (Switzerland), Gregory M. Flato (Canada), Piers Forster (United Kingdom), Baylor Fox-Kemper (United States of America), Jan S. Fuglestad (Norway), John C. Fyfe (Canada), Nathan P. Gillett (Canada), Melissa I. Gomis (France/Switzerland), Sergey K. Gulev (Russian Federation), José Manuel Gutiérrez (Spain), Rafiq Hamdi (Belgium), Jordan Harold (United Kingdom), Mathias Hauser (Switzerland), Ed Hawkins (United Kingdom), Helene T. Hewitt (United Kingdom), Tom Gabriel Johansen (Norway), Christopher Jones (United Kingdom), Richard G. Jones (United Kingdom), Darrell S. Kaufman (United States of America), Zbigniew Klimont (Austria/Poland), Robert E. Kopp (United States of America), Charles Koven (United States of America), Gerhard Krinner (France/Germany, France), June-Yi Lee (Republic of Korea), Irene Lorenzoni (United Kingdom/Italy), Jochem Marotzke (Germany), Valérie Masson-Delmotte (France), Thomas K. Maycock (United States of America), Malte Meinshausen (Australia/Germany), Pedro M.S. Monteiro (South Africa), Angela Morelli (Norway/Italy), Vaishali Naik (United States of America), Dirk Notz (Germany), Friederike Otto (United Kingdom/Germany), Matthew D. Palmer (United Kingdom), Izidine Pinto (South Africa/Mozambique), Anna Pirani (Italy), Gian-Kasper Plattner (Switzerland), Krishnan Raghavan (India), Roshanka Ranasinghe (The Netherlands/Sri Lanka, Australia), Joeri Rogelj (United Kingdom/Belgium), Maisa Rojas (Chile), Alex C. Ruane (United States of America), Jean-Baptiste Sallée (France), Bjørn H. Samset (Norway), Sonia I. Seneviratne (Switzerland), Jana Sillmann (Norway/Germany), Anna A. Sörensson (Argentina), Tannecia S. Stephenson (Jamaica), Trude Storelvmo (Norway), Sophie Szopa (France), Peter W. Thorne (Ireland/United Kingdom), Blair Trewin (Australia), Robert Vautard (France), Carolina Vera (Argentina), Noureddine Yassaa (Algeria), Sönke Zaehle (Germany), Panmao Zhai (China), Xuebin Zhang (Canada), Kirsten Zickfeld (Canada/Germany)

Contributing Authors:

Krishna M. AchutaRao (India), Bhupesh Adhikary (Nepal), Edwin Aldrian (Indonesia), Kyle Armour (United States of America), Govindasamy Bala (India/United States of America), Rondrotiana Barimalala (South Africa/Madagascar), Nicolas Bellouin (United Kingdom/France), William Collins (United Kingdom), William D. Collins (United States of America), Susanna Corti (Italy), Peter M. Cox (United Kingdom), Frank J. Dentener (EU/The Netherlands), Claudine Dereczynski (Brazil), Alejandro Di Luca (Australia, Canada/Argentina), Alessandro Dosio (Italy), Leah Goldfarb (France/United States of America), Irina V. Gorodetskaya (Portugal/Belgium, Russian Federation), Pandora Hope (Australia), Mark Howden (Australia), Akm Saiful Islam (Bangladesh), Yu Kosaka (Japan), James Kossin (United States of America), Svitlana Krakovska (Ukraine), Jian Li (China), Thorsten Mauritsen (Germany/Denmark), Sebastian Milinski (Germany), Seung-Ki Min (Republic of Korea), Thanh Ngo Duc (Vietnam), Andy Reisinger (New Zealand), Lucas Ruiz (Argentina), Shubha Sathyendranath (United Kingdom/Canada, Overseas Citizen of India), Aimée B. A. Slangen (The Netherlands), Chris Smith (United Kingdom), Izuru Takayabu (Japan), Muhammad Irfan Tariq (Pakistan), Anne-Marie Treguier (France), Bart van den Hurk (The Netherlands), Karina von Schuckmann (France/Germany), Cunde Xiao (China)

Origine des graphiques tirés de la FAQ :

IPCC, 2021: Frequently Asked questions. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. In Press.

Contenus sponsorisés par Outbrain |