

DOC EN POCHE
ENTREZ DANS L'ACTU

Troisième
édition

CHRISTOPHE CASSOU
VALÉRIE MASSON-DELMOTTE

Parlons climat

en 30 questions

La Documentation
française

Le point sur 7

Questions-réponses	25
1. Qu'est-ce que le système climatique ?	26
2. Pourquoi le climat varie-t-il naturellement ?	28
3. Comment l'influence humaine perturbe-t-elle le climat ? ..	30
4. Quels facteurs dominent aujourd'hui ?	32
5. Comment le climat répond-il aux perturbations du bilan d'énergie ?	34
6. Comment se répartit l'accumulation d'énergie ?	36
7. Comment observe-t-on le climat aujourd'hui ?	38
8. Quels sont les changements observés depuis 1850 ?	40
9. Comment connaît-on les climats du passé ?	42
10. Qu'apprend-on des variations climatiques passées ?	44
11. Les changements récents sont-ils « anormaux » ?	46
12. La modélisation aide-t-elle à comprendre les changements ?	48
13. L'influence humaine est-elle sans équivoque ?	50
14. Pourquoi le réchauffement n'est-il pas régulier ?	52
15. Comment le changement climatique est-il perçu au quotidien ?	54
16. Quelle influence des activités humaines sur les températures extrêmes ?	56
17. Quelle influence des activités humaines sur le cycle de l'eau ?	58
18. Quelles influences humaines sur les pluies et vents extrêmes ?	60
19. Comment anticiper les climats futurs ?	62

20. Quelle confiance accorder aux modèles et projections climatiques ?	64
21. Quelles incertitudes pèsent sur les futurs possibles ?	66
22. 1,5°... 2°... 4°C de plus : quelles conséquences ?	68
23. Pourquoi chaque tonne additionnelle de CO ₂ compte ?	70
24. Quels seraient les changements climatiques à impacts majeurs ?	72
25. Quelle influence des activités humaines sur le cycle du carbone ?	74
26. Peut-on manipuler le climat <i>via</i> la géo-ingénierie ?	76
27. Comment évaluer le risque climatique ?	78
28. Qu'est-ce que l'adaptation au changement climatique ? ...	80
29. Inégalités et changement climatique, quels liens ?	82
30. Où en est la France en matière d'émission de GES ?	84
31. Les politiques climatiques sont-elles efficaces ?	86
32. L'action vis-à-vis du climat : une opportunité ?	88

Pour aller plus loin	91
Les chiffres-clés	92
Les mots-clés	94
Bibliothèque	98



Parlons climat

Le point sur

Le point sur

Le constat scientifique établi dans la synthèse du 6^e rapport du GIEC de mars 2023 est sans équivoque : il pointe la gravité de la situation, l'urgence à agir et les leviers d'action à engager à tous les niveaux pour limiter le réchauffement climatique planétaire bien en-dessous de 2°C par rapport à la période préindustrielle. L'ampleur du changement climatique à venir et des risques pour les écosystèmes et les sociétés humaines dépend de nos décisions d'aujourd'hui. Tout retard supplémentaire vis-à-vis d'une action mondiale, concertée et solidaire, nous fera manquer une brève fenêtre d'opportunité pour assurer un avenir viable. D'autant que chaque dixième de degré additionnel nous rapproche des limites à l'adaptation, certaines ayant d'ores et déjà été atteintes pour des écosystèmes terrestres et marins. Agir à hauteur des enjeux climatiques demande des transformations systémiques. Comment construire des choix collectifs qui s'appuient sur la compréhension physique, intangible, du changement climatique ? Quelles sont ces connaissances ?*

Maintenant, partout, de plus en plus intense

Le changement climatique dû à l'influence humaine se manifeste déjà de manière généralisée, rapide, et constitue une rupture par rapport aux variations naturelles du climat des derniers milliers d'années. Il s'intensifie et n'épargne aucune région, du haut des montagnes aux profondeurs

océaniques, des tropiques aux pôles. L'influence humaine sur le climat, à travers les émissions de gaz à effet de serre* (GES) dues à la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), aux changements de l'utilisation des terres (principalement la déforestation), aux activités industrielles et agricoles et aux modes de production et de consommation non durables, est sans équivoque. Elle rend les événements météorologiques et climatiques extrêmes plus fréquents et plus sévères (chaleur et pluies extrêmes, sécheresse, submersions côtières, etc.), et, malgré les efforts d'adaptation, induit déjà des impacts généralisés, des dégradations d'écosystèmes, certaines déjà irréversibles, et des pertes et dommages croissants pour les populations. Environ 3,3 à 3,6 milliards de personnes vivent dans des zones déjà très vulnérables au changement climatique, avec des moyens de subsistance très sensibles au climat. Cette vulnérabilité varie considérablement d'une région à l'autre mais aussi au sein même d'une région ou d'un pays, en raison de niveaux différents de développement socio-économique et de gouvernance, et de l'intersection de multiples formes d'inégalités. Elle est également étroitement dépendante de l'état des écosystèmes océaniques, côtiers et terrestres, et de leur dégradation, sous pression de pratiques de gestion non durables, et du changement climatique.

L'ampleur et le rythme du changement climatique et des risques qui y sont associés, vont dépendre fortement de la capacité à mettre en œuvre à grande échelle des mesures efficaces d'*atténuation** (réduction des émissions de GES) et d'*adaptation** (réduction des risques en agissant sur les expositions et vulnérabilités). Celles-ci doivent monter en puissance au cours de chaque année à venir. Les risques liés au climat augmentent avec chaque incrément de réchauffement planétaire supplémentaire. L'évaluation

des impacts déjà observés, des tendances d'exposition et de vulnérabilité face aux aléas climatiques, ainsi que des limites de l'adaptation, ont récemment amené à revoir à la hausse l'ampleur de multiples risques. Dès lors, l'urgence à transformer chaque facette du développement socio-économique pour atteindre la neutralité carbone* est encore plus pressante tout en assurant un développement résilient. La neutralité carbone, c'est-à-dire des émissions nettes de dioxyde de carbone (CO₂)* dues aux activités humaines égales à zéro, est une contrainte géophysique intangible pour stabiliser le réchauffement planétaire.

Le cadre international des politiques climatiques

En 1992, au sommet de la Terre à Rio, l'ensemble des pays adopte la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, qui vise à éviter les conséquences néfastes de l'influence humaine sur le climat en stabilisant les concentrations de GES dans l'atmosphère. Entrée en vigueur en 1994, elle met en place la publication d'inventaires des émissions par pays, et l'organisation, chaque année, de la conférence des États « parties » de cette convention (les « COP* »).

En 2015, lors de la COP21, est adopté l'Accord de Paris sur le climat, premier accord universel dont l'objectif est de limiter le niveau de réchauffement planétaire largement en-dessous de 2°C, avec l'aspiration à le stabiliser à 1,5°C par rapport au climat préindustriel (1850-1900). Cet accord est entré en vigueur en 2016 ; il exige une transformation socio-économique profonde matérialisée par l'implémentation de politiques d'actions climatiques ambitieuses en matière d'*atténuation*. Dans ce cadre, tous les pays s'engagent, tous les 5 ans, à fournir leur « contribution déterminée au niveau

national » (en anglais, NDC pour Nationally Determined Contribution) qui quantifie leurs objectifs d'émissions de GES pour les 5 à 10 années suivantes, ainsi que leur plan d'adaptation. Le niveau d'ambition en matière de réduction de GES est non contraignant pour les États, mais leurs engagements transparents et volontaires permettent de faire tous les 5 ans un inventaire global des politiques climatiques, de leur mise en œuvre, et d'évaluer si la trajectoire mondiale d'émissions de GES permet de tenir les objectifs de long terme ou s'il faut renforcer l'action et l'ambition. L'Accord de Paris établit également des mécanismes de solidarité entre États et de financement pour renforcer les capacités d'adaptation et de résilience des pays en développement face aux conséquences du changement climatique en cours et à venir, en apportant un appui technique pour les pertes et dommages, mais sans mécanisme de compensation.

Le Pacte de Glasgow pour le climat, adopté lors de la COP26 en 2021, finalise les règles d'application de l'Accord de Paris, le rendant pleinement opérationnel. Ce pacte reconnaît la nécessité de protéger la biodiversité et les écosystèmes en appui à l'atténuation et à l'adaptation. Il exhorte les parties à satisfaire leurs promesses aujourd'hui non respectées en matière de financement pour l'aide aux pays du Sud et souligne l'urgence à revoir les engagements en matière de réduction de GES dès l'année suivante. En effet, même si certains accords de coalitions annoncés à la COP26 font avancer partiellement les politiques climatiques en matière d'atténuation, par exemple pour réduire de 30 % des émissions de méthane* entre 2020 et 2030, ou pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 ou 2070, les engagements concrets de l'ensemble des pays, s'ils sont tous mis en œuvre, impliquent des émissions mondiales de GES

qui resteraient d'ici à 2030 proches du niveau moyen de la dernière décennie. Une telle stagnation des émissions mondiales de GES est largement insuffisante par rapport à la forte baisse des émissions de GES indispensable d'ici à 2030 (environ 25 %) pour avoir une chance de contenir le réchauffement sous 2°C, et à la très forte baisse (environ 45 %) qui permettrait de contenir le réchauffement à un niveau proche de 1,5°C. À court terme, réduire fortement les rejets de méthane*, en plus du CO₂, est important pour limiter le niveau de réchauffement des prochaines décennies, et contrebalancer la perte de l'effet refroidissant des particules ou aérosols émises lors de la combustion d'énergies fossiles (en même temps que le CO₂), sachant que les États se sont engagés à réduire leur utilisation. Le méthane étant un précurseur de la formation d'ozone (polluant atmosphérique), les bénéfices en termes de santé publique associés à l'amélioration de la qualité de l'air (particules et ozone) pourraient être plus importants que le coût de l'atténuation.

Le 6^e rapport du GIEC

En parallèle, les rapports du Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) fournissent, en trois volets, l'état des connaissances scientifiques, techniques, et socio-économiques en appui à la décision. Le premier volet porte sur les bases physiques du changement climatique, le second sur les options d'action en matière d'adaptation et les impacts et vulnérabilités concernant les écosystèmes, secteurs d'activité et régions, et enfin le troisième sur les leviers possibles pour l'atténuation. L'ensemble est complété par des rapports spéciaux sur des thèmes précis. Plusieurs éléments clés du volet 1 du 6^e rapport du GIEC (2021-2022) et du rapport spécial du GIEC sur 1,5°C de réchauffement

1 | Qu'est-ce que le système climatique ?

Cinq composantes

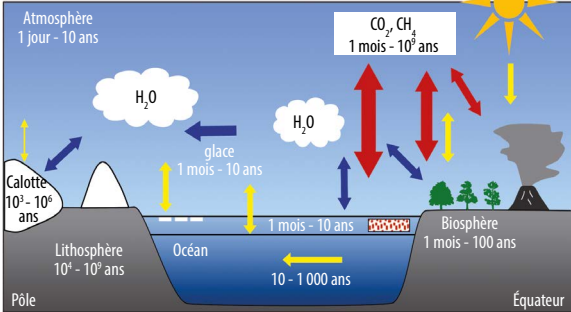
Le système climatique est constitué de l'atmosphère (couche gazeuse enveloppant la Terre), la lithosphère (sol, croûte terrestre), l'hydrosphère (mers et océans, rivières, nappes et réservoirs profonds), la cryosphère (banquise, neige, glaciers continentaux, calottes polaires, lacs et rivières gelés, sols gelés ou pergélisol*) et la biosphère (organismes vivants). Ces milieux échangent en permanence, mais de manière variable et sous différentes formes, de l'énergie, de l'eau, des substances minérales et organiques (ex. : le carbone).

Aux propriétés dynamiques très différentes

Les masses d'air se mélangent à l'échelle planétaire en quelques mois. L'océan de surface interagit avec l'atmosphère à toutes les échelles de temps (du jour à plusieurs décennies). Les courants marins dus à la rotation de la Terre, à la forme géographique des bassins océaniques, aux vents, mais aussi à la densité de l'eau de mer qui dépend de sa température et salinité, assurent en plusieurs centaines d'années les échanges entre les deux hémisphères, et entre la surface et les eaux profondes. La cryosphère et la lithosphère peuvent stocker de l'eau et du carbone pendant des milliers à des millions d'années. L'ensemble est modulé par les perturbations du bilan énergétique de la planète, que certains processus physiques (dits de rétroaction) peuvent amplifier ou stabiliser.

Des échanges continus à toutes les échelles de temps et sous différentes formes

- ↔ Échanges d'énergie
- ↔ Échanges d'eau
- ↔ Échanges de carbone



Source : d'après S. Joussaume (1993), in. C. Jeandel, R. Mosseri (dir.), *Le climat à découvert*, CNRS Éditions, 2011 (infographie : Elsa Godet).
Lecture : 103 = 1 millier, 106 = 1 million, etc.

Quel âge ont les calottes polaires ?

L'âge moyen de la calotte de glace qui recouvre le Groenland est de 40 000 ans, et celui de l'Antarctique d'environ 100 000 ans, avec localement de la glace plus ancienne jusqu'à plus d'un million d'années. Les calottes se forment lentement par l'accumulation de couches successives de neige, tout en s'écoulant vers l'océan en bordure des marges continentales. Leur fonte entraîne un rebond de la lithosphère, comme en Scandinavie ou au Canada, où l'on enregistre encore aujourd'hui un soulèvement de la lithosphère de plus de 1 cm/an après la disparition des calottes de la dernière glaciation, il y a 8 000 ans environ.

16 | Quelle influence des activités humaines sur les températures extrêmes ?

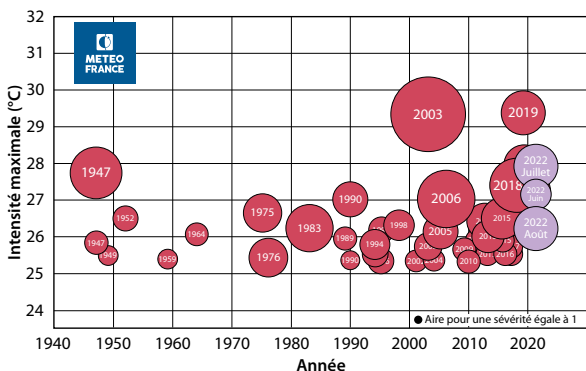
Des épisodes chauds plus récurrents, plus intenses...

On observe depuis 1950 une hausse significative et généralisée du nombre de jours très chauds (ex. : canicule en 2003 sur l'Europe de l'Ouest, en 2010 en Russie, en 2019 en Australie), et de nombreux records de température (ex. : 46°C en France en juin 2019, plus de 38°C en 2020 en Sibérie, 49°C en Colombie britannique au Canada en 2021). Symétriquement, on constate une baisse notable du nombre de jours très froids, dans toutes les régions du monde.

... impossibles sans l'influence humaine

Les événements extrêmes reflètent les fluctuations les plus rares de la variabilité climatique. Pris isolément, un événement extrême ne peut être directement attribué à un forçage ; son origine correspond souvent à la combinaison de facteurs. Pour déterminer l'influence humaine sur les extrêmes, on évalue comment leurs propriétés statistiques (fréquence, intensité, durée, saisonnalité, etc.) sont modifiées, et quels sont les mécanismes physiques qui, sur fond de climat plus chaud, favoriseraient leur occurrence ou accentueraient leurs caractéristiques. Une canicule comme celle de 2019 en France a ainsi 100 fois plus de chance de se produire aujourd'hui qu'en climat préindustriel, la rendant virtuellement impossible sans l'influence humaine sur le climat.

Vagues de chaleur de plus en plus fréquentes en France : 2022, un été exceptionnel

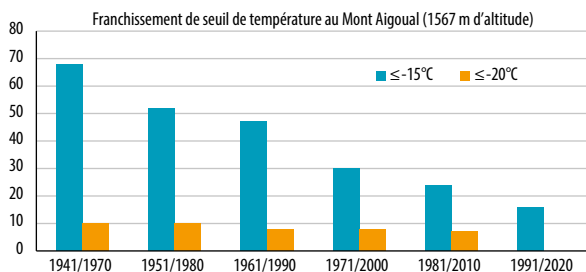


Source : Météo France, 2023.

Lecture : chaque bulle correspond à une vague de chaleur, sa taille est proportionnelle à sa durée.

Commentaire : l'ensemble des stations météo en France enregistre une hausse significative du nombre de jours de vagues de chaleur devenant plus fréquentes, plus sévères mais aussi plus précoces en juin et plus tardives en septembre (26 épisodes sur 2000-2022 en 23 ans contre seulement 17 sur 1947-1999 en 53 ans).

Réchauffement en moyenne montagne



Lecture : au Mont Aigoual (1 567 m d'altitude dans le département du Gard), le nombre de journées où la température est inférieure à -15°C (barres bleues) a été divisé par 3 en 30 ans, et aucune température inférieure à -20°C (barres oranges) n'a été observée depuis 30 ans.