

État du climat mondial 2023

2023



EMISIA



WORLD
METEOROLOGICAL
ORGANIZATION

OMM-No. 1347

SUJET À

COPIER MODIFIER

OMM-No. 1347

© Organisation météorologique mondiale, 2024

Le droit de publication sous forme imprimée, électronique ou sous toute autre forme et dans n'importe quelle langue est réservé à l'OMM. De courts extraits de publications de l'OMM peuvent être reproduits sans autorisation, à condition que la source complète soit clairement indiquée. La correspondance éditoriale et les demandes de publication, de reproduction ou de traduction de cette publication en partie ou en totalité doivent être adressées à :

Président, Conseil des publications
Organisation météorologique mondiale (OMM)
7 bis, avenue de la Paix Case
postale 2300
CH-1211 Genève 2, Suisse

Tél. : +41 (0) 22 730 84 03
Fax : +41 (0) 22 730 81 17
Courriel : publications@wmo.int

ISBN978-92-63-11347-4

Illustration de la couverture : Un glacier en train de fondre et des morceaux de glace se brisent. L'arrière-plan capture les conséquences du réchauffement climatique sur les formations de glace. IA générative. Par Régina. N° de dossier : 640624130

NOTE

Les désignations utilisées dans les publications de l'OMM et la présentation des informations contenues dans cette publication n'impliquent pas l'expression d'une quelconque opinion de la part de l'OMM concernant le statut juridique d'un pays, d'un territoire, d'une ville ou d'une zone, ou de ses autorités, ou concernant le délimitation de ses frontières ou limites.

La mention d'entreprises ou de produits spécifiques n'implique pas qu'ils sont approuvés ou recommandés par l'OMM de préférence à d'autres de nature similaire qui ne sont ni mentionnés ni annoncés.

Les constatations, interprétations et conclusions exprimées dans les publications de l'OMM dont les auteurs sont nommés sont celles des auteurs uniquement et ne reflètent pas nécessairement celles de l'OMM ou de ses Membres.

Contenu

Messages clé	ii
Avant-propos	iii
Indicateurs climatiques mondiaux	1
Lignes de base	1
Gaz à effet de serre	2
Température	3
Océan	5
Cryosphère	11
Surveillance du climat et énergies renouvelables	18
Ozone stratosphérique et gaz appauvrissant la couche d'ozone	19
Facteurs climatiques à court terme	20
Précipitation	22
Événements météorologiques et climatiques extrêmes	23
Impacts socio-économiques	26
La sécurité alimentaire	26
Déplacement	28
L'état du financement climatique	30
Ensembles de données et méthodes	32
Liste des contributeurs	40
Notes de fin	42

Nous avons besoin de vos commentaires

Cette année, l'équipe de l'OMM a lancé un processus visant à recueillir des commentaires sur les rapports sur l'état du climat et les domaines à améliorer. Une fois que vous aurez fini de lire la publication, nous vous demandons de bien vouloir nous faire part de vos commentaires en répondant à [ce court sondage](#). Votre contribution est très appréciée.

Messages clé



2023 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée, avec $1,45 \pm 0,12$ °C au-dessus de la moyenne préindustrielle.



Les concentrations des trois principaux gaz à effet de serre –le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux –ont atteint des niveaux record.



Le contenu thermique des océans a atteint son plus haut niveau depuis 65 ans.



Le niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale a atteint un niveau record. Le taux d'élévation du niveau de la mer au cours des dix dernières années (2014-2023) a plus que doublé depuis la première décennie d'enregistrement satellite (1993-2002).



L'étendue des glaces de mer en Antarctique a atteint un niveau record en février. L'étendue maximale annuelle était inférieure d'environ 1 million de km² au précédent maximum record.



Les données préliminaires de l'ensemble mondial de glaciers de référence pour l'année hydrologique 2022-2023 montrent qu'ils ont connu la plus grande perte de glace jamais enregistrée (1950-2023), en raison d'un bilan de masse extrêmement négatif à la fois dans l'ouest de l'Amérique du Nord et en Europe.



Les glaciers suisses ont perdu environ 10% de leur volume restant au cours des deux dernières années.



Les conditions météorologiques extrêmes ont continué à entraîner de graves difficultés socio-économiques. impacts. La chaleur extrême a touché de nombreuses régions du monde. Les incendies de forêt à Hawaï, au Canada et en Europe ont entraîné des pertes en vies humaines, la destruction d'habitations et une pollution atmosphérique à grande échelle. Les inondations associées aux précipitations extrêmes provoquées par le cyclone méditerranéen Daniel ont touché la Grèce, la Bulgarie, la Turquie et la Libye, avec des pertes en vies humaines particulièrement lourdes en Libye.



La sécurité alimentaire, les déplacements de population et les impacts sur les populations vulnérables restent une préoccupation croissante en 2023, les aléas météorologiques et climatiques exacerbant la situation dans de nombreuses régions du monde.

Avant-propos



Le rapport de l'Organisation météorologique mondiale sur l'état du climat mondial confirme que l'année 2023 a dépassé tous les indicateurs climatiques.

Ce fut de loin l'année la plus chaude jamais enregistrée. La température moyenne mondiale en 2023 était de $1,45 \pm 0,12$ °C supérieure à la moyenne des années 1850-1900. Jamais nous n'avons été aussi proches –même de manière temporaire– de la limite inférieure de 1,5°C de l'Accord de Paris sur le changement climatique.

Les concentrations de gaz à effet de serre ont continué d'augmenter. Le contenu thermique des océans et le niveau de la mer ont atteint des niveaux record, et le taux d'augmentation s'accélère. L'étendue de la glace de mer en Antarctique a atteint un minimum record. Les principaux glaciers ont subi des pertes record.

La crise climatique est le défi majeur auquel l'humanité est confrontée.

Les vagues de chaleur, les inondations, les sécheresses, les incendies de forêt et les intenses cyclones tropicaux ont fait des ravages sur tous les continents et causé d'énormes pertes socio-économiques. Les conséquences ont été particulièrement dévastatrices pour les populations vulnérables qui ont subi des impacts disproportionnés.

Les conditions climatiques extrêmes ont exacerbé les crises humanitaires, avec des millions de personnes confrontées à une insécurité alimentaire aiguë et des centaines de milliers de personnes déplacées de leurs foyers.

L'OMM est déterminée à intensifier sa collaboration avec la communauté internationale pour faire face à l'énormité de ce défi.

L'OMM et ses Membres développent les services d'alerte précoce qui peuvent sauver des vies afin de concrétiser l'initiative révolutionnaire d'alerte précoce pour tous. Une nouvelle veille mondiale sur les gaz à effet de serre vise à fournir des informations scientifiquement fondées pour l'atténuation du changement climatique. La transition vers les énergies renouvelables doit être soutenue par des services météorologiques et climatiques sur mesure.

Pour réussir, il est impératif de mobiliser les efforts tout au long de la chaîne de valeur, depuis l'amélioration des données et de la surveillance climatiques, le renforcement des prévisions et des projections et le renforcement des capacités. Nous devons rendre les informations climatiques plus accessibles et plus exploitables pour servir la société.

J'espère que ce rapport sensibilisera à la nécessité vitale d'accroître l'urgence et l'ambition de l'action climatique.

Je profite de cette occasion pour féliciter et remercier les experts et les auteurs principaux qui ont rédigé ce rapport. J'exprime ma gratitude à tous les contributeurs, aux Services météorologiques et hydrologiques nationaux, aux Centres climatiques régionaux et aux agences des Nations Unies.

(Professeur Céleste Saulo)
Secrétaire général

Indicateurs climatiques mondiaux

Les indicateurs climatiques mondiaux donnent un aperçu des changements dans le système climatique.¹ L'ensemble d'indicateurs physiques interconnectés présentés ici relie l'évolution de la composition de l'atmosphère aux changements d'énergie dans le système climatique et à la réponse des terres, des océans et des glaces.

Les indicateurs mondiaux sont basés sur un large éventail d'ensembles de données comprenant des données provenant de plusieurs systèmes d'observation, notamment des satellites et des réseaux in situ (pour plus de détails sur les ensembles de données utilisés dans le rapport, voir [Ensemble de données et méthodes](#)).

Les changements du climat physique, mesurés ici par des indicateurs clés, peuvent avoir des impacts en cascade sur le développement national et les progrès vers les objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies.² Par exemple, les changements dans l'acidité ou la température de l'océan peuvent affecter la vie marine, potentiellement impactant les communautés côtières qui peuvent dépendre des captures locales pour leur subsistance ou leur sécurité alimentaire. D'un autre côté, la science du climat a un rôle essentiel à jouer pour faciliter le développement durable. Comme le démontre le rapport *United in Science 2023*, les sciences météorologiques, climatiques et liées à l'eau soutiennent la réalisation de nombreux ODD.³ Reconnaître les interconnexions entre le climat et le développement peut donc conduire à une action synergique – une nécessité croissante à mesure que le monde s'agrandit, encore plus loin de la réalisation des ODD et des objectifs de l'Accord de Paris.⁴

LIGNES DE BASE

Les lignes de référence sont des périodes de temps, s'étendant généralement sur trois décennies ou plus, qui sont utilisées comme référence fixe par rapport auxquelles les conditions actuelles peuvent être comparées. Pour des raisons scientifiques, politiques et pratiques, plusieurs références différentes sont utilisées dans ce rapport, et celles-ci sont spécifiées dans le texte et les figures. Dans la mesure du possible, la norme climatologique normale de l'OMM la plus récente, 1991-2020, est utilisée pour des rapports cohérents.

Toutefois, pour certains indicateurs, il n'est pas possible d'utiliser la normale standard en raison du manque de mesures au début de la période. Il existe également deux exceptions spécifiques. Premièrement, pour la série chronologique de la température moyenne mondiale – et uniquement pour la série moyenne mondiale – une période de référence de 1850 à 1900 est utilisée. Il s'agit de la référence utilisée dans le GIEC AR6 WG I comme période de référence pour les conditions préindustrielles et est pertinente pour comprendre les progrès dans le contexte de l'Accord de Paris. Deuxièmement, les concentrations de gaz à effet de serre peuvent être estimées bien plus loin dans le temps à l'aide de bulles de gaz piégées dans des carottes de glace. Par conséquent, l'année 1750 est utilisée dans ce rapport pour représenter les concentrations de gaz à effet de serre préindustrielles.

GAZ À EFFET DE SERRE

Les concentrations des trois principaux gaz à effet de serre –le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux –ont atteint des niveaux records observés en 2022, dernière année pour laquelle des valeurs mondiales consolidées sont disponibles (1984-2022). Les données en temps réel provenant de lieux spécifiques montrent que les niveaux des trois gaz à effet de serre ont continué d'augmenter en 2023.

Les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre reflètent un équilibre entre les émissions provenant des activités humaines, des sources naturelles et des puits. Les niveaux croissants de gaz à effet de serre dans l'atmosphère dus aux activités humaines sont le principal moteur du changement climatique depuis la révolution industrielle. Les fractions molaires moyennes mondiales des gaz à effet de serre –appelées ici par souci de simplicité « concentration » dans l'atmosphère –sont calculées à partir d'observations in situ réalisées sur plusieurs sites dans le cadre du programme de Veille de l'atmosphère globale (GAW) de l'OMM et de ses réseaux partenaires.

En 2022 –dernière année pour laquelle des chiffres mondiaux consolidés sont disponibles –les niveaux atmosphériques de gaz à effet de serre ont atteint de nouveaux sommets observés (Figure 1), avec des concentrations moyennes mondiales de dioxyde de carbone (CO₂) à $417,9 \pm 0,2$ parties par million (ppm), de méthane (CH₄) à 1923 ± 2 parties par milliard (ppb) et oxyde nitreux (N₂O) à $335,8 \pm 0,1$ ppb, respectivement 150 %, 264 % et 124 % des niveaux préindustriels (1750). Le taux d'augmentation du CH₄ était le deuxième plus élevé jamais enregistré, après 2021, et le taux d'augmentation du N₂O était le plus élevé jamais enregistré.

Le taux d'augmentation du CO₂ à 2,2 ppm était légèrement inférieur à la moyenne décennale de 2,46 ppm·an⁻¹.

Le taux de croissance du CO₂ est généralement plus faible dans les années qui commencent par La Niña, comme ce fut le cas en 2022, et plus élevé dans les années qui commencent par El Niño, comme ce fut le cas en 2016.5 Données en temps réel provenant de lieux spécifiques, notamment Mauna Loa6 (Hawaï, États-Unis d'Amérique.) et Kennaook/Cape Grim7 (Tasmanie, Australie) indiquent que les niveaux de CO₂, CH₄ et N₂O ont continué d'augmenter en 2023.

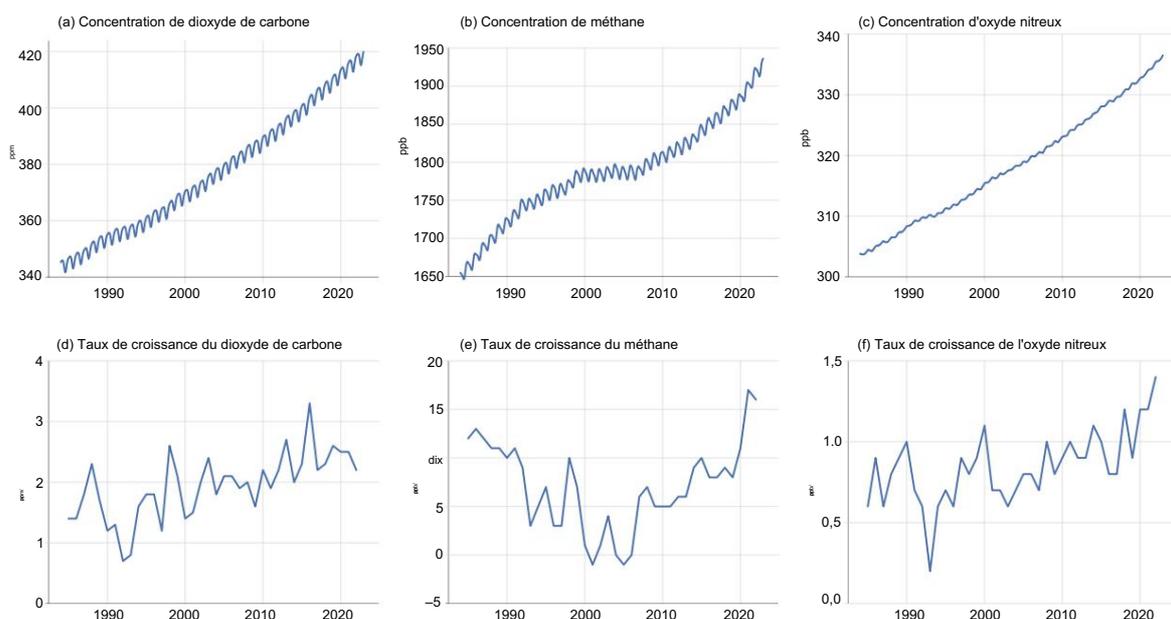


Figure 1. Rangée du haut : fraction molaire moyenne mondiale mensuelle (mesure de la concentration atmosphérique), de 1984 à 2022, de (a) CO₂ en parties par million, (b) CH₄ en parties par milliard et (c) N₂O en parties par milliard. Rangée du bas : les taux de croissance représentant les augmentations des moyennes annuelles successives des fractions molaires pour (d) CO₂ en parties par million par an, (e) CH₄ en parties par milliard par an et (f) N₂O en parties par milliard par an.

TEMPÉRATURE

La température moyenne mondiale près de la surface en 2023 était de $1,45 \pm 0,12$ °C supérieure à la moyenne de 1850 à 1900. 2023 a été l'année la plus chaude des 174 années d'observation, dépassant clairement les années précédentes les plus chaudes, 2016 à $1,29 \pm 0,12$ °C au-dessus de la moyenne de 1850 à 1900 et 2020 à $1,27 \pm 0,13$ °C.

Les neuf dernières années, 2015-2023, ont été les neuf années les plus chaudes jamais enregistrées.

Des températures mondiales mensuelles record à proximité de la surface ont été observées pour l'océan –d'avril à décembre –et, un peu plus tard, pour la terre –de juillet à novembre.

La température mondiale moyenne sur dix ans entre 2014 et 2023 est supérieure de $1,20 \pm 0,12$ °C à la moyenne de 1850 à 1900, soit la période décennale la plus chaude jamais enregistrée.

La température moyenne mondiale près de la surface en 2023 était de $1,45 \pm 0,12$ °C supérieure à la moyenne de 1850 à 1900 (Figure 2). L'analyse est basée sur une synthèse de six ensembles de données de température globale (voir [Ensemble de données et méthodes](#)). 2023 a été l'année la plus chaude des 174 années d'enregistrement instrumental dans chacun des six ensembles de données. Les neuf dernières années –de 2015 à 2023 –ont été les neuf années les plus chaudes jamais enregistrées. Les deux années les plus chaudes précédentes étaient 2016 avec une anomalie de $1,29 \pm 0,12$ °C et 2020 avec une anomalie de $1,27 \pm 0,13$ °C.

La deuxième marge la plus élevée par laquelle un record de septembre a été battu au cours des 60 dernières années (la période couverte par tous les ensembles de données) était nettement plus petite, entre 0,03 et 0,17 °C en 1983. Juillet est généralement le mois le plus chaud de l'année à l'échelle mondiale, et ainsi juillet 2023 est devenu le mois le plus chaud jamais enregistré.

L'augmentation à long terme de la température mondiale est due à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le passage de La Niña, qui a duré du milieu de l'année 2020 au début de 2023, à des conditions El Niño pleinement développées d'ici septembre 2023 (voir [Facteurs climatiques à court terme](#)) explique probablement une partie de la hausse des températures entre 2022 et 2023. Cependant, certaines régions de réchauffement inhabituel comme celui de l'Atlantique du Nord-Est (Figure 3) ne correspondent pas aux schémas typiques de réchauffement

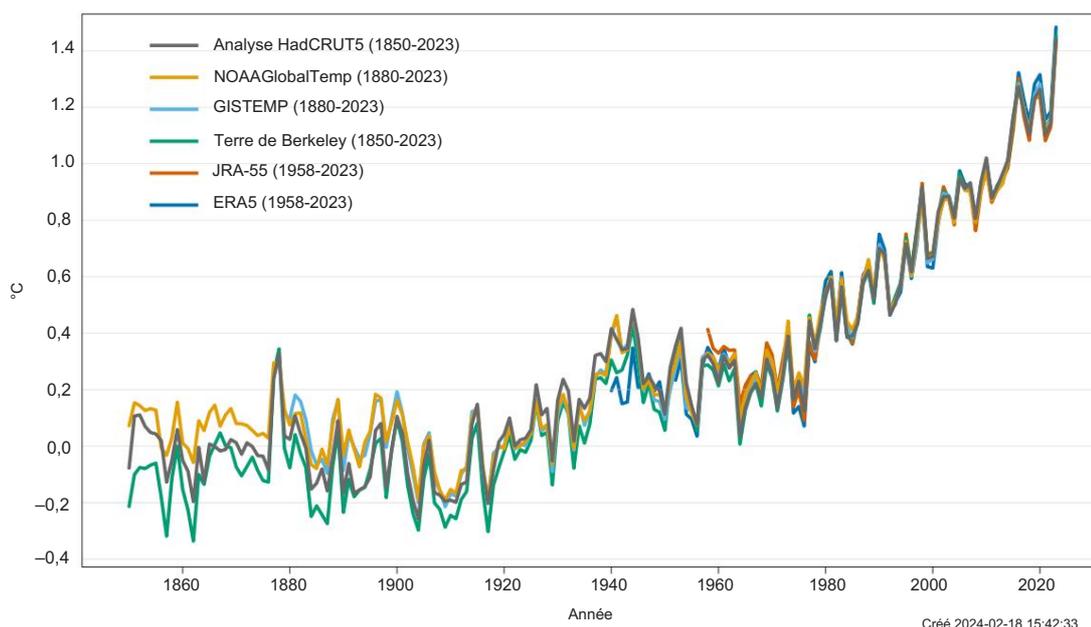


Figure 2. Anomalies annuelles de température moyenne mondiale (par rapport à 1850-1900) de 1850 à 2023. Les données proviennent de six données ensembles comme indiqué dans la légende, voir [Ensemble de données et méthodes](#) pour plus de détails.

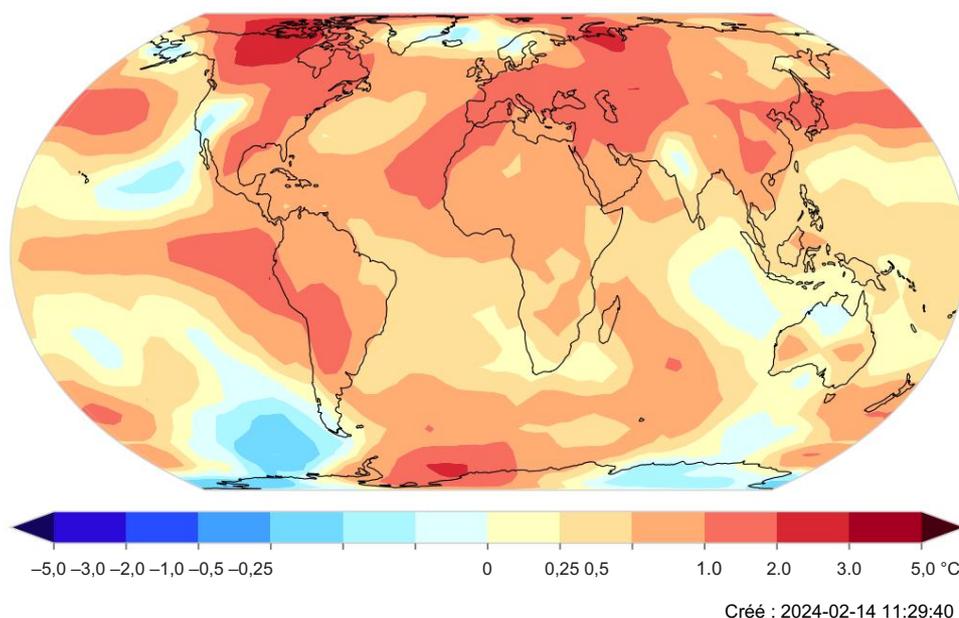


Figure 3. Anomalies moyennes de température près de la surface (différence par rapport à la moyenne de 1991 à 2020) pour 2023. Les données sont la médiane de six ensembles de données, comme indiqué dans la légende, voir [Ensemble de données et méthodes](#) pour plus de détails.

réchauffement ou refroidissement associé à El Niño. D'autres facteurs, encore à l'étude, pourraient également avoir contribué au réchauffement exceptionnel de 2022 à 2023, et il est peu probable que celui-ci soit dû à la seule variabilité interne.⁹

La température mondiale moyenne au cours des dix dernières années, de 2014 à 2023, était de $1,20 \pm 0,12$ °C supérieure à la moyenne de 1850 à 1900, faisant de ces dix dernières années la plus chaude parmi toutes les périodes de dix ans enregistrées dans les six ensembles de données.

Entre la fin du printemps dans l'hémisphère Nord et la fin de l'année, les températures moyennes mondiales de la surface de la mer (SST) ont également atteint un niveau record. Les records de juillet, août et septembre ont chacun été largement battus (environ 0,21 à 0,27 °C). Une chaleur exceptionnelle par rapport à la référence 1991-2020 a été enregistrée dans l'est de l'Atlantique Nord, le golfe du Mexique et les Caraïbes, le Pacifique Nord s'étendant vers l'est depuis la mer du Japon, la mer d'Oman et de vastes zones de l'océan Austral (Figure 3, voir aussi [Canicules et vagues de froid marines](#)).

Les anomalies mondiales de température des terres observées ont atteint des niveaux records en juillet et août, un peu plus tard que pour les SST, mais la moyenne de septembre était également un record avec une large marge de 0,53 à 0,71 °C. La deuxième marge la plus importante par laquelle un record a été battu au cours des 60 dernières années était de 0,22 à 0,27 °C en septembre 2002. En 2023, la plupart des terres émergées étaient plus chaudes que la moyenne de 1991 à 2020 (Figure 3). Une chaleur inhabituelle a été signalée dans de vastes régions du nord du Canada, du sud des États-Unis, du Mexique et de l'Amérique centrale, ainsi que dans de vastes régions d'Amérique du Sud. De vastes zones allant de l'Asie centrale à l'Europe occidentale, y compris certaines parties de l'Afrique du Nord et de la péninsule arabique, ont également été exceptionnellement chaudes, tout comme l'Asie du Sud-Est et le Japon.

OCÉAN

L'augmentation des émissions humaines de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre provoque un déséquilibre radiatif positif au sommet de l'atmosphère, ce qui signifie que l'énergie est piégée dans le système climatique. Ce déséquilibre entraîne une accumulation d'énergie dans le système terrestre sous forme de chaleur, ce qui entraîne le réchauffement climatique.^{10,11} L'océan, qui couvre environ 70 % de la surface de la Terre, absorbe la chaleur et le CO₂, ce qui peut ralentir le réchauffement climatique. taux de réchauffement de l'atmosphère. Cependant, la chaleur absorbée par l'océan entraîne un réchauffement des océans qui, associé à la fonte des glaces terrestres, fait monter le niveau de la mer. L'océan absorbe également du CO₂, ce qui entraîne son acidification. Le réchauffement des eaux, l'élévation du niveau de la mer et l'acidification des océans ont tous des effets significatifs sur l'océan, ainsi que sur les plantes et les animaux qui y vivent et sur les personnes qui en dépendent pour leur subsistance.

CONTENU CHALEUR DES OCÉANS

En 2023, le contenu thermique des océans a atteint son niveau le plus élevé depuis 65 ans.

Environ 90 % de l'énergie accumulée dans le système Terre depuis 1971 est stockée dans les océans. À mesure que l'énergie s'accumule dans l'océan, celle-ci s'est réchauffée et le contenu thermique de l'océan (Ocean Heat Content, Figure 4) a augmenté.

Selon une analyse consolidée basée sur plusieurs ensembles de données individuelles, les 2 000 m supérieurs de l'océan ont continué à se réchauffer en 2023.¹² On s'attend à ce que le réchauffement se poursuive –un changement irréversible sur des échelles de temps centennales à millénaires.^{13,14} Contenu thermique des océans en 2023 était le plus élevé jamais enregistré, dépassant la valeur de 2022 de 13 ± 9 ZJ (Figure 4), ce qui est cohérent avec les estimations publiées au début de 2024.¹⁵

Tous les ensembles de données s'accordent sur le fait que les taux de réchauffement des océans affichent une augmentation particulièrement forte au cours des deux dernières décennies. Le taux de réchauffement des océans pour la couche 0-2000 m était de $0,7 \pm 0,1$ W· m⁻² de 1971 à 2023 en moyenne, mais de $1,0 \pm 0,1$ W· m⁻² de 2005 à 2023 (période couverte par le programme Argo). L'augmentation constante des taux de réchauffement des océans^{16,17} est systématiquement observée dans les estimations directes issues d'observations in situ, les estimations indirectes issues de la télédétection et l'estimation directe du flux net au sommet de l'atmosphère tel que mesuré par les satellites.¹⁸ Différents facteurs à l'origine de ce changement sont discutés dans la littérature, y compris un changement dans le forçage climatique anthropique¹⁹ et la variabilité naturelle.²⁰ Le réchauffement climatique des eaux profondes en dessous de 2 000 m de profondeur est estimé à $0,07 \pm 0,03$ W· m⁻² entre 1992 et 2022.²¹

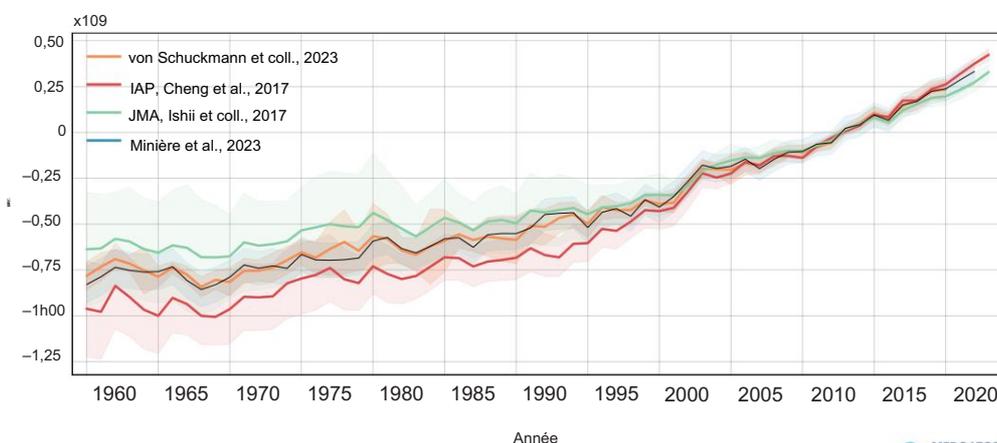


Figure 4. Anomalies du contenu thermique océanique (OHC) global par rapport à la moyenne 2005-2021 pour la couche de profondeur 0-2 000 m 1960-2023. Séries temporelles moyennes d'ensemble et écart type d'ensemble (2 écarts types, ombré) mis à jour à partir de von Schuckmann et al. (2023) (orange). Mise à jour de Cheng et al. (rouge) 2017. Tiré de Minière et al. 2023 (bleu). Mise à jour d'Ishii et al. 2017 (vert).

Source : Mercator Océan international.

Bien que le contenu thermique des océans (OHC) ait fortement augmenté dans l'ensemble de la colonne d'eau, le taux de réchauffement n'a pas été le même partout.²² Le réchauffement le plus fort dans les 2 000 m supérieurs s'est produit dans l'océan Austral (60°S-35°S), l'Atlantique Nord (20°N-50°N) et l'Atlantique Sud (60°S-0°S) (Figure 5). Le domaine de l'océan Austral est le plus grand réservoir de chaleur, représentant²³ environ 32 % de l'augmentation mondiale de la COH dans les 2 000 m supérieurs depuis 1958. L'océan Atlantique représente environ 31 % de l'augmentation mondiale de la COH entre 0 et 2 000 m ; l'océan Pacifique autour de 26 %.

Certaines régions relativement petites se refroidissent, notamment l'océan Atlantique Nord subpolaire qui s'étend de près de la surface jusqu'à une profondeur de plus de 800 m (également la seule zone à présenter un refroidissement centennal à la surface). Le schéma contrasté de refroidissement (50 ° N –70 ° N) et de réchauffement (20 ° N –50 ° N) dans l'Atlantique Nord a été associé à un ralentissement de la circulation méridionale de retournement de l'Atlantique et aux interactions locales entre l'air et la mer.²⁴ D'autres régions de refroidissement comprennent le nord-ouest du Pacifique, le sud-ouest du Pacifique et le sud-ouest de l'océan Indien.

NIVEAU DE LA MER

En 2023, le niveau moyen de la mer a atteint un niveau record dans les enregistrements satellitaires (de 1993 à aujourd'hui), reflétant le réchauffement continu des océans ainsi que la fonte des glaciers et des calottes glaciaires.

Le taux d'élévation du niveau moyen de la mer au cours des dix dernières années (2014-2023) est plus de deux fois supérieur à celui de la première décennie d'enregistrement satellitaire (1993-2002).

Le niveau moyen mondial de la mer (GMSL) a continué d'augmenter en 2023 (Figure 6). Les conditions La Niña entre mi-2020 et début 2023 n'ont eu qu'un faible effet apparent sur le GMSL, contrairement à La Niña de 2011 qui a entraîné une diminution temporaire du GMSL de plusieurs millimètres. L'augmentation rapide observée en 2023 est probablement due en partie à El Niño. Le taux d'élévation du niveau de la mer à long terme a plus que doublé depuis le début des enregistrements satellitaires, passant de 2,13 mm·an⁻¹ entre 1993 et 2002 à 4,77 mm·an⁻¹ entre 2014 et 2023.

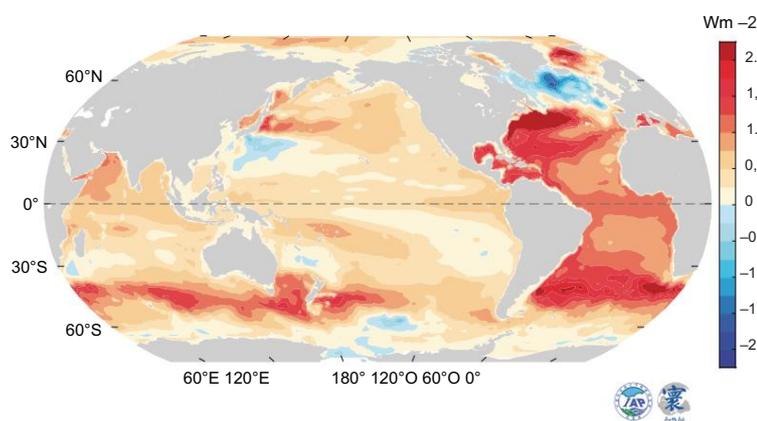


Figure 5. Tendence OHC observée dans la partie supérieure de 2 000 m de 1958 à 2023.

Source : Données mises à jour à partir de Cheng et al.²⁵

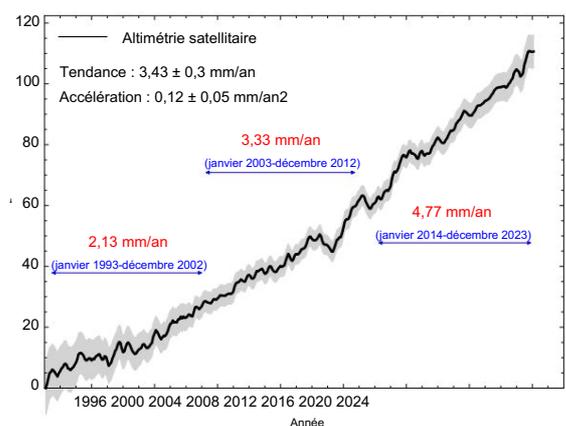


Figure 6. Evolution du GMSL entre janvier 1993 et décembre 2023 sur la base de l'altimétrie satellitaire. La ligne noire représente la meilleure estimation et la zone grisée indique l'incertitude.

Les annotations rouges et bleues indiquent le taux moyen d'élévation du niveau de la mer au cours des trois décennies d'enregistrement, comme indiqué.

Source : altimétrie AVISO (<https://www.aviso.altimetry.fr>).

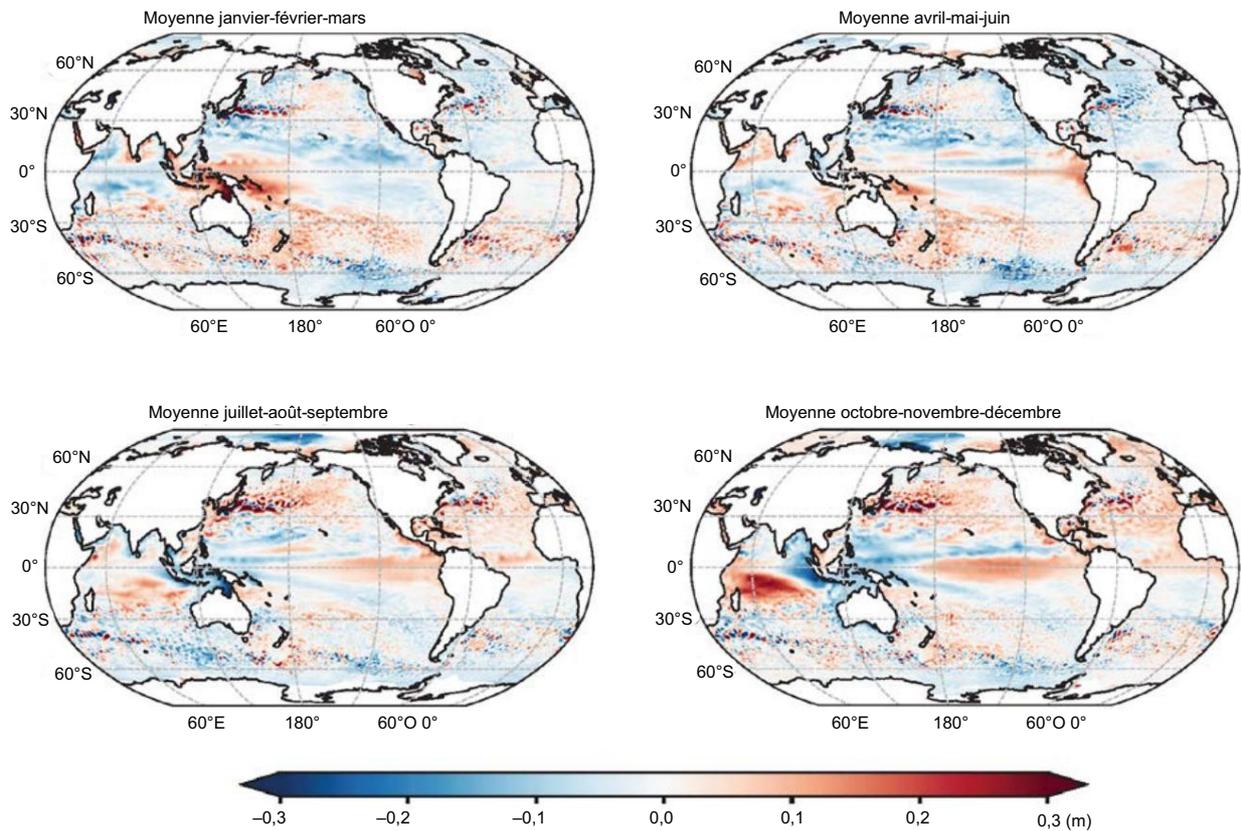


Figure 7. Moyennes sur 3 mois des anomalies du niveau de la mer basées sur l'altimétrie (par rapport à la moyenne de 1993 à 2012, qui est la climatologie du produit) de janvier à mars 2023 (en haut à gauche), d'avril à juin 2023 (en haut à droite), de juillet à Septembre 2023 (en bas à gauche) et octobre à décembre 2023 (en bas à droite).

Source : Données téléchargées depuis le Copernicus Marine Service (CMEMS, <https://marine.copernicus.eu>).

De janvier à mars 2023, le niveau de la mer (Figure 7) était supérieur à la moyenne à long terme (1993-2012) dans le Pacifique tropical occidental. Ceci est caractéristique de l'eau de mer chaude dans la région associée à des conditions ENSO neutres. Le niveau de la mer dans l'Atlantique Nord et dans l'est du Pacifique tropical était inférieur à la moyenne à long terme. Le réchauffement des eaux de surface dans le Pacifique tropical oriental au début du phénomène El Niño de 2023 (voir [Facteurs climatiques à court terme](#)) a entraîné une augmentation du niveau de la mer par rapport à la moyenne à long terme dans la partie la plus orientale du Pacifique tropical. entre avril et juin. De juillet à septembre, la signature El Niño était clairement visible, le niveau de la mer étant supérieur à la moyenne depuis le Pacifique tropical jusqu'aux côtes de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud. Des niveaux de la mer supérieurs à la moyenne ont également été observés dans les régions tropicales et l'Atlantique du Nord-Est, associés au réchauffement anormal dans ces zones au cours de l'été dans l'hémisphère Nord. D'octobre à la fin de l'année, le phénomène El Niño a continué à se développer. Le passage à la phase positive du dipôle de l'océan Indien a également conduit à un niveau de la mer supérieur à la moyenne dans l'ouest de l'océan Indien et inférieur à la moyenne dans l'est (voir [Facteurs climatiques à court terme](#)).

CANICULES ET TEMPS DE FROID MARINS

Comme pour les vagues de chaleur et de froid sur terre, les vagues de chaleur marines (MHW) et les vagues de froid marin (MCS) sont des périodes prolongées de températures extrêmement élevées ou basses dans les mers et les océans qui peuvent avoir diverses conséquences sur la vie marine et les communautés qui en dépendent. .26 Les MHW sont devenus plus fréquents, intenses et durent plus longtemps depuis la fin du 20e siècle, tandis que les MCS ont diminué selon les mêmes mesures. Les récupérations satellitaires de la température de la surface de la mer sont utilisées pour surveiller les MHW et les MCS à l'échelle mondiale, classés ici comme modérés, forts, sévères, extrêmes ou glaces (pour les définitions, voir [Ensemble de données et méthodes](#)).

Les événements El Niño ont tendance à provoquer des MHW généralisés dans l'est du Pacifique tropical. Bien que cette région ait connu de forts MHW en 2023 jusqu'à fin octobre (Figure 8a) et modérés pour le reste de 2023, la couverture géographique globale était plus petite que lors des précédents événements El Niño.

(un)

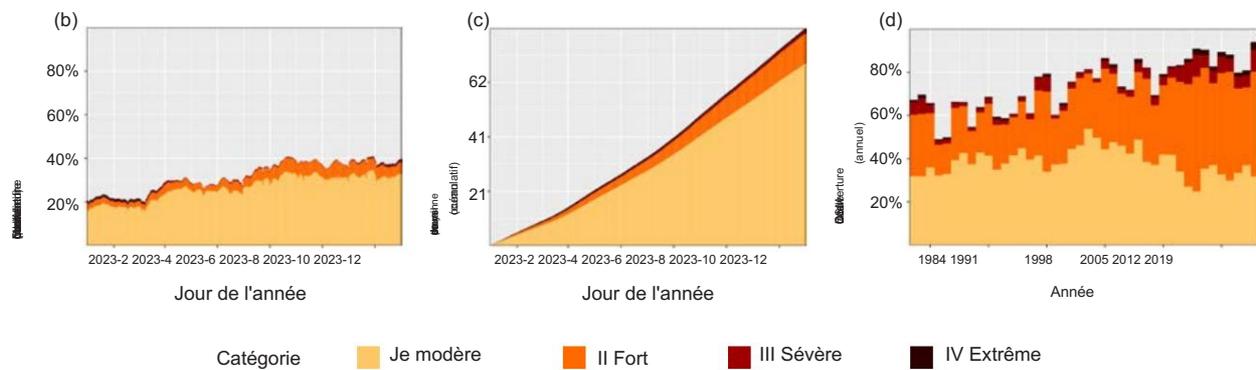
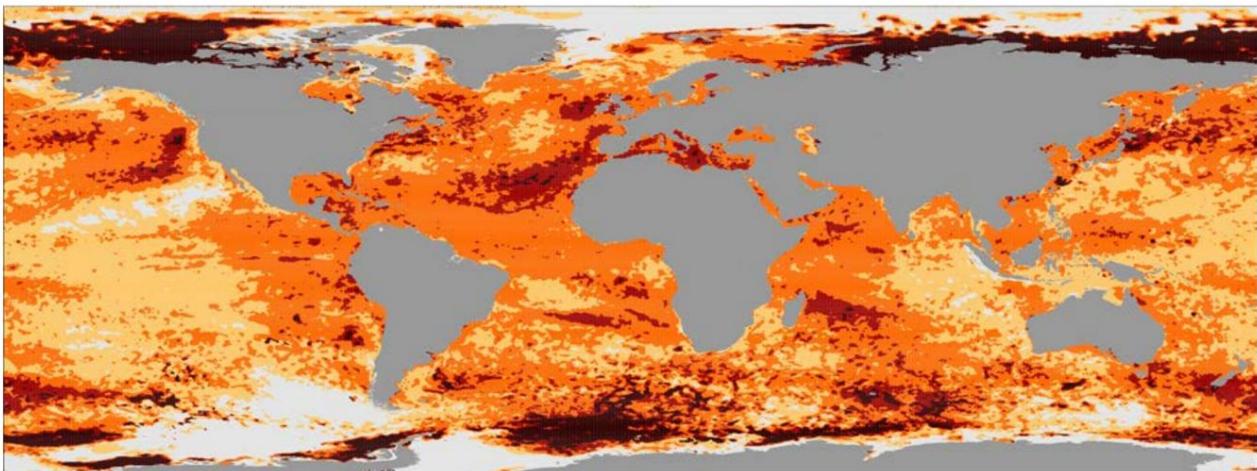


Figure 8. (a) Carte mondiale montrant la catégorie MHW la plus élevée (pour les définitions, voir [Ensemble de données et méthodes](#)) rencontrée pour chaque pixel au cours de 2023 (période de référence 1982-2011). Le gris clair indique qu'aucun MHW ne s'est produit dans un pixel au cours de l'année entière ; (b) Graphique à barres empilées montrant le pourcentage de la surface de l'océan qui subit un MHW un jour donné de l'année ; (c) Graphique à barres empilées montrant le nombre cumulé de jours MHW en moyenne sur la surface de l'océan. Remarque : Cette moyenne est calculée en divisant la somme cumulée des jours MHW par pixel pondérée par la surface de ces pixels. (d) Graphique à barres empilées montrant le pourcentage total de la surface de l'océan qui a connu un MHW de 1982 à aujourd'hui. Les données proviennent de la température optimale d'interpolation de la surface de la mer (OISST) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Source : Robert Schlegel

Il convient de noter en 2023 les MHW persistants et largement répandus dans l'Atlantique Nord, qui ont commencé au printemps de l'hémisphère Nord, ont culminé en septembre et ont persisté jusqu'à la fin de l'année. Alors que la superficie de l'événement a diminué jusqu'en décembre, l'intensité a augmenté. La fin de l'année 2023 a été marquée par une large bande de MHW graves et extrêmes à travers l'Atlantique Nord, avec des anomalies de température en haute mer de +3 °C.

La mer Méditerranée était également inhabituellement chaude par rapport à la période de référence et a connu une couverture presque complète de MHW forts et sévères pour la douzième année consécutive. Dans l'hémisphère sud, les eaux entourant la Nouvelle-Zélande sont restées 1 à 2 °C au-dessus de la moyenne à long terme de janvier à septembre (~ 270 jours).

Fin 2023, la majeure partie de l'océan mondial, d'environ 20° nord au sud de l'équateur, était dans un état MHW depuis début novembre. En revanche, il n'y a eu pratiquement aucune occurrence de MCS dans la zone de 60° nord ou sud de l'équateur en 2023 (Figure 9a).

L'océan mondial a connu une couverture quotidienne moyenne de MHW de 32 % (Figure 8b), bien au-dessus du précédent record de 23 % en 2016. En revanche, la couverture quotidienne moyenne de MCS (Figure 9b) n'était que de 4 %, bien en dessous de 2022 (7 %).

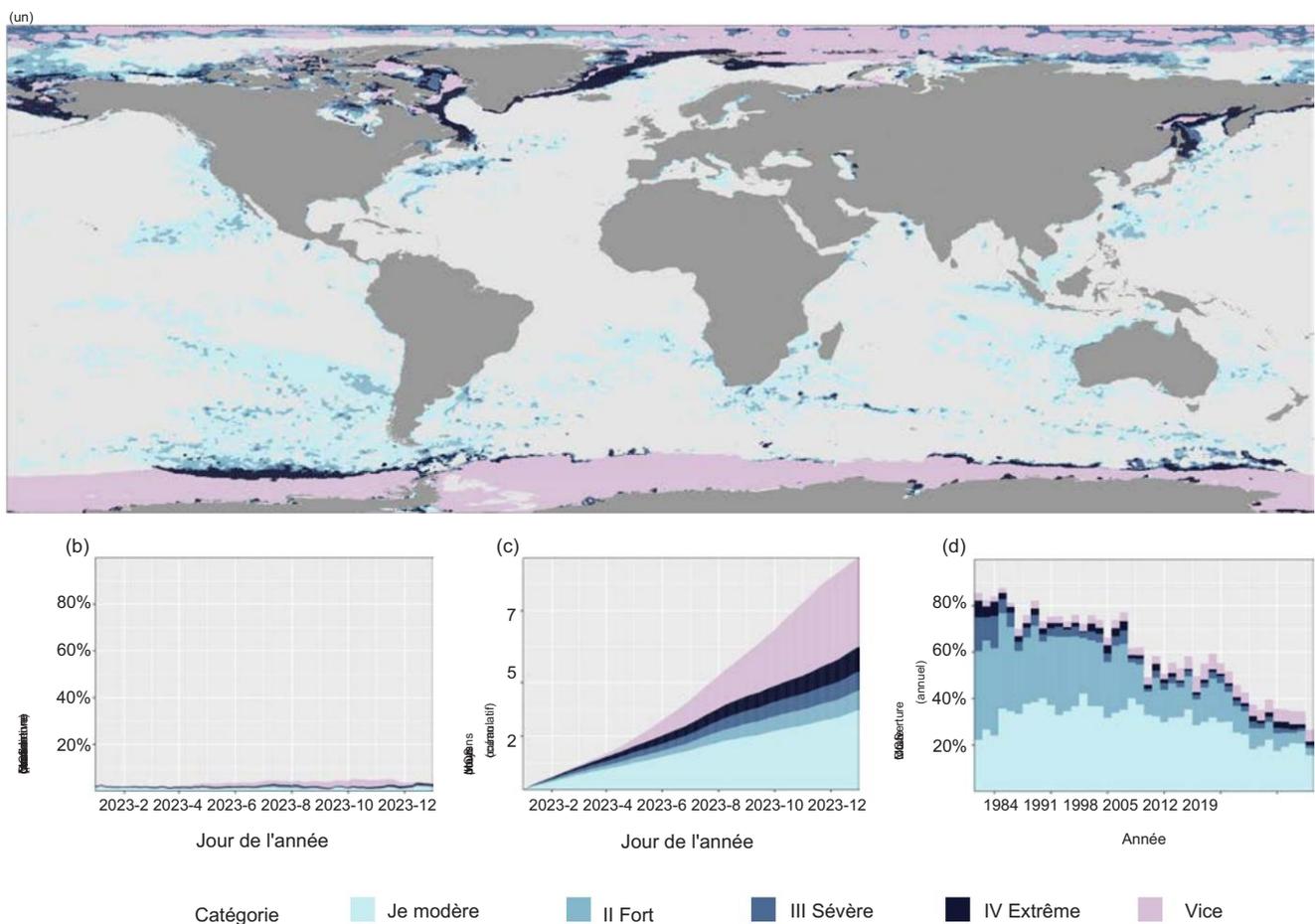


Figure 9. Comme la figure 8 mais montrant des vagues de froid marin plutôt que des vagues de chaleur marines. Les données proviennent de la NOAA OISST.

Source : Robert Schlegel.

L'ACIDIFICATION DES OCÉANS

L'océan absorbe environ un quart des émissions annuelles de CO₂ anthropique dans l'atmosphère.^{27,28} Le CO₂ réagit avec l'eau de mer et modifie la chimie des carbonates, entraînant une diminution du pH appelée « acidification des océans » (Figure 10). L'acidification des océans affecte les organismes et les services écosystémiques, y compris la sécurité alimentaire, en réduisant la biodiversité, en dégradant les habitats et en mettant en danger la pêche et l'aquaculture.²⁹ L'AR6 du GIEC a conclu que « il existe une très grande confiance dans le fait que le pH de la surface des océans est désormais le plus bas qu'il ait été depuis au moins 26 [mille ans] et les taux actuels de changement de pH sont sans précédent depuis au moins cette époque. »³⁰

Bien que les efforts mondiaux, dont beaucoup sont soutenus par la COI-UNESCO et dirigés par le Réseau mondial d'observation de l'acidification des océans et son Programme de la Décennie des océans des Nations Unies –Recherche sur l'acidification des océans pour la durabilité, ont abouti à une augmentation du nombre d'observations sur l'acidification des océans, de nombreuses régions restent sous-estimées. échantillonné. Les données collectées pour l'indicateur 14.3.1 de l'objectif de développement durable (« Acidité marine (pH) moyenne mesurée dans une suite convenue de stations d'échantillonnage représentatives ») montrent que la couverture actuelle est inadéquate (Figure 11), les séries chronologiques n'étant pas suffisamment longues pour déterminer les tendances. et des lacunes dans les observations dans tous les domaines. Les tendances mondiales illustrant la diminution du pH global (Figure 10) montrent les effets à grande échelle des émissions de CO₂. Cependant, le taux de changement de l'acidification des océans, ainsi que son schéma et son échelle, présentent une grande variabilité régionale et temporelle et leur compréhension nécessite une observation à haute résolution et à long terme à des échelles pertinentes pour les communautés affectées.

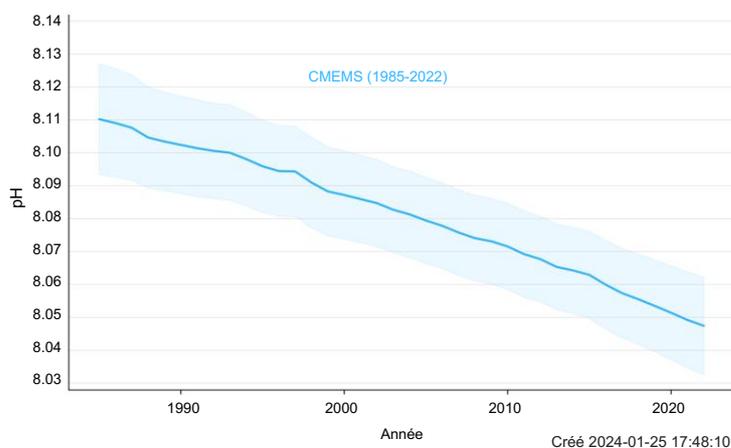


Figure 10. pH moyen annuel mondial de la surface des océans (en violet) couvrant la période 1985-2022. La zone ombrée indique l'incertitude estimée des valeurs.

Source : Données du service Copernicus de surveillance du milieu marin.

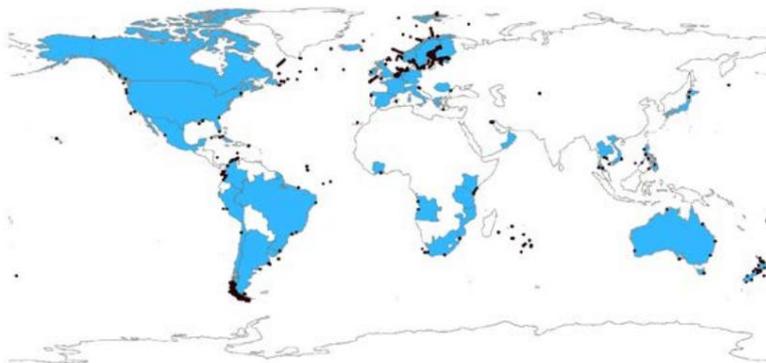


Figure 11. Carte illustrant les emplacements de mesure de la chimie des carbonates de surface des océans reçus pour l'indicateur ODD 14.3.1 océan rapport sur l'acidification par la COI/UNESCO. Les pays surlignés en bleu clair ont communiqué des données conformément à la méthodologie des indicateurs de l'ODD 14.3.1. Les points noirs indiquent l'emplacement des stations d'échantillonnage à partir desquelles les données ont été collectées.

CRYOSPHERE

La cryosphère comprend les parties gelées de la Terre –glaciers et calottes glaciaires, glace de mer, neige et pergélisol. Les environnements inhospitaliers et souvent isolés dans lesquels se forme la glace rendent parfois difficile la réalisation de mesures à long terme de la cryosphère.

Dans le même temps, les profonds changements observés dans la cryosphère illustrent clairement l'ampleur mondiale du changement climatique.

GLACE DE MER

L'étendue de la glace de mer dans l'Arctique est restée bien inférieure à la normale en 2023, les étendues annuelles maximale et minimale étant respectivement les cinquième et sixième plus basses des 45 années d'enregistrement satellitaire.

L'étendue de la glace de mer en Antarctique a atteint en février un niveau record absolu pour l'ère des satellites (de 1979 à aujourd'hui). L'étendue des glaces était à un niveau record pour cette période de l'année, de juin à début novembre, et le maximum annuel en septembre était d'environ 1 million de km² en dessous du précédent maximum record.

L'étendue de la glace de mer dans l'Arctique a atteint son maximum annuel de 14,62 millions de km² le 6 mars, soit le cinquième plus faible niveau enregistré par satellite.³¹ L'étendue minimale annuelle de la glace de mer dans l'Arctique a été atteinte le 19 septembre³² (Figure 12), avec une étendue minimale de 4,23 millions de km² bien en dessous de la moyenne à long terme (1991-2020) d'environ 5,5 millions de km². Il s'agit de la sixième plus faible étendue minimale de glace de mer dans l'Arctique enregistrée par satellite (1979-2023), pas aussi extrême que 2012 ou 2020, mais à peine plus élevée que 2007, 2016 et 2019, et poursuivant la tendance à long terme de réduction des glaces de mer arctiques. couverture de glace arctique en été et au début de l'automne. Des anomalies négatives majeures ont été observées dans les mers de Beaufort, des Tchouktsches et de Sibérie orientale (Figure 12 à droite). L'année s'est terminée avec des étendues proches de la moyenne à long terme, mais toujours au 9ème rang le plus bas enregistré par satellite.³³

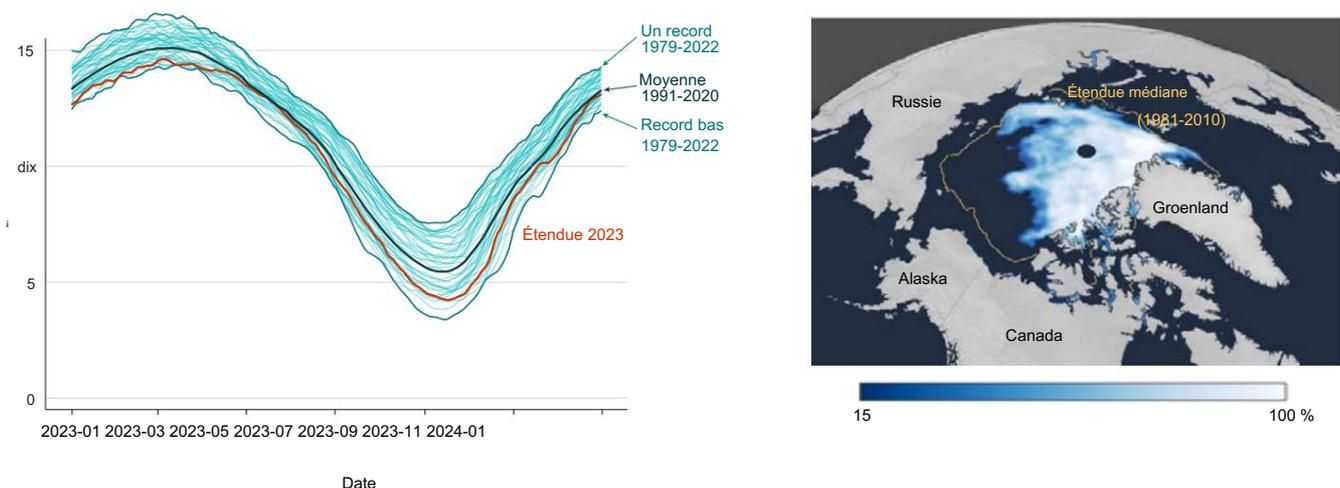


Figure 12. (à gauche) Étendue quotidienne de la glace de mer dans l'Arctique de janvier à décembre, montrant 2023 (ligne rouge) par rapport à la normale climatique (1991-2020, bleu foncé) et les étendues record les plus élevées et les plus basses pour chaque jour (bleu moyen). Les années individuelles sont affichées en bleu clair. (à droite) Concentration de glace le 19 septembre 2023, à l'étendue minimale annuelle des glaces de l'Arctique. La ligne jaune indique la lisière médiane des glaces pour la période 1981-2010.³⁴

Source : Données et carte du National Snow and Ice Data Center des États-Unis.

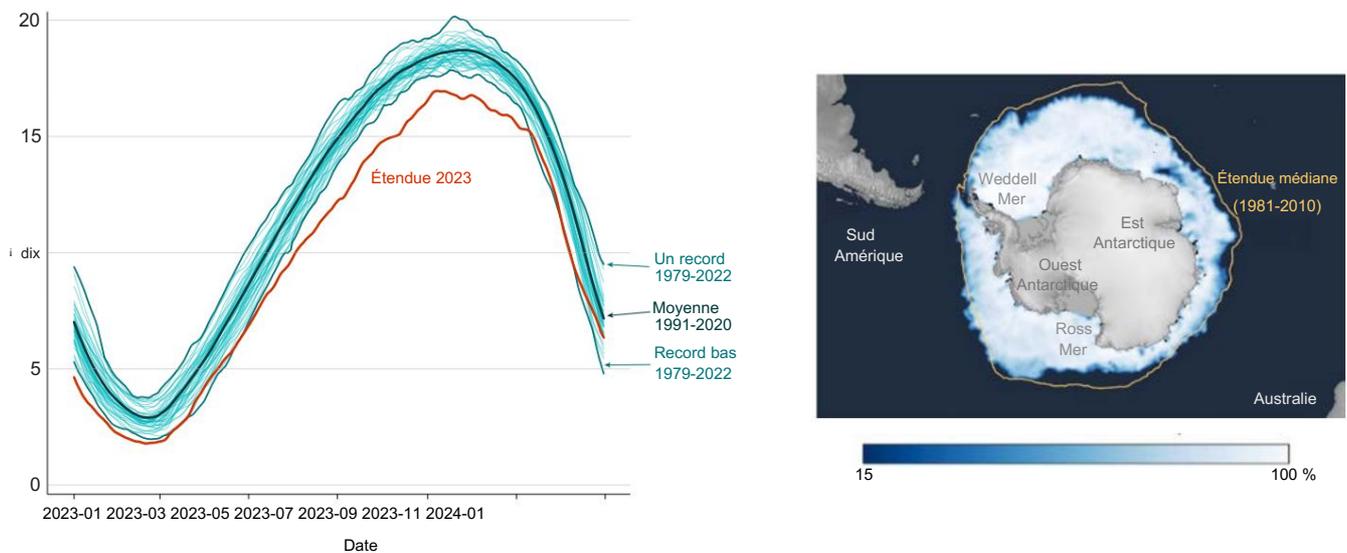


Figure 13. (à gauche) Étendue quotidienne de la glace de mer en Antarctique de janvier à décembre, montrant les conditions de 2023 (rouge) par rapport à la normale climatique de 1991 à 2020 (bleu foncé) et les étendues record les plus élevées et les plus basses pour chaque jour (bleu moyen). Les années individuelles sont affichées en bleu clair. (à droite) Concentration de glace le 10 septembre 2023, étendue maximale annuelle de 2023. La ligne jaune montre la lisière médiane des glaces pour la période climatologique 1981-2010.³⁹

Source : Données et carte du National Snow and Ice Data Center des États-Unis.

L'étendue de la glace de mer en Antarctique a diminué à 1,79 million de km² le 21 février 2023 (Figure 13), un minimum historique pour l'ère des satellites (de 1979 à aujourd'hui), légèrement inférieur au précédent record établi en 2022.³⁵ L'étendue est restée inférieure à la moyenne au début de la saison de croissance, atteignant un niveau record pour cette période de l'année en mai. La croissance lente s'est poursuivie avec des étendues exceptionnellement faibles entre juillet et le maximum annuel, probablement en association avec le réchauffement de l'océan Austral.³⁶ L'étendue maximale de la glace de mer de l'Antarctique pour 2023 (Figure 13) était de 16,96 millions de km² le 10 septembre, soit environ 1,5 million de km² de moins que la moyenne de 1991 à 2020 et 1 million de km² de moins que le précédent maximum record établi en 1986.³⁷ Les étendues de faible niveau record pour cette période de l'année se sont poursuivies jusqu'au début novembre, mais une évolution plus lente que la moyenne. Le taux de déclin enregistré en décembre a rapproché l'étendue des glaces de la moyenne à long terme à la fin de l'année.³⁸

CALOTTES GLACIAIRES

Ce fut l'été le plus chaud jamais enregistré à la station Summit, 3,4 °C de plus que la moyenne de 1991 à 2020 et 1,0 °C de plus que le record précédent.

Une calotte glaciaire est une étendue de glace originaire de terre qui couvre une superficie de plus de 50 000 km².⁴⁰ Il existe deux principales calottes glaciaires dans le système climatique actuel, au Groenland et en Antarctique. Le bilan de masse total (TMB) d'une calotte glaciaire est la somme de trois éléments : le bilan de masse en surface (SMB), le bilan de masse marine (MMB) et le bilan de masse basal (BMB). Le SMB est la différence entre l'accumulation de neige et le ruissellement des eaux de fonte de la calotte glaciaire. Le MMB est la perte de masse au bord de la calotte glaciaire due au vêlage des icebergs et à la fonte des glaces en contact avec l'océan. Le BMB consiste à fondre au niveau du lit de la calotte glaciaire en raison de la chaleur géothermique et du frottement lorsque la glace glisse sur le sol en dessous. Un bilan de masse négatif indique une perte de masse de glace ; un bilan massique positif indique un gain.

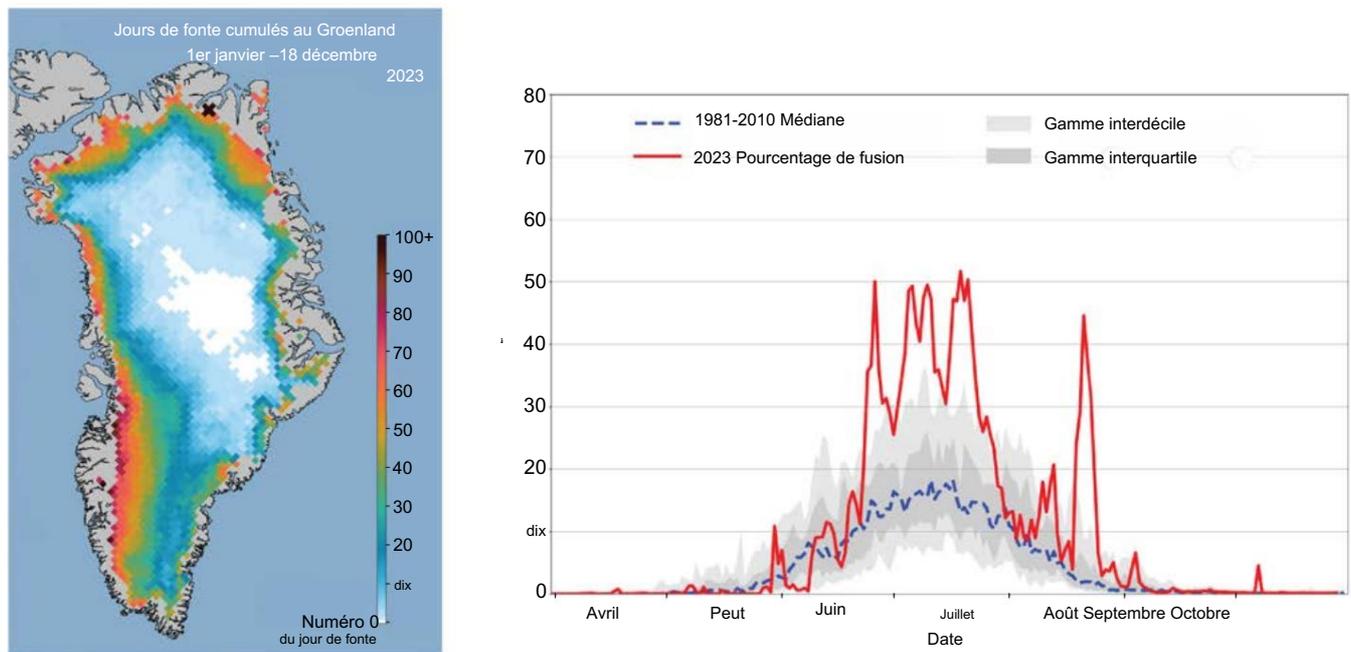


Figure 14. Conditions de fonte de la calotte glaciaire du Groenland jusqu'en 2023 : (à gauche) Jours de fonte cumulés pour le Groenland en 2023. Les zones blanches indiquent qu'aucune fonte ne s'est produite. (à droite) Pourcentage de la calotte glaciaire confrontée à des conditions de fonte chaque jour.

Source : Images et analyses fournies par Thomas Mote, Université de Géorgie et le National Snow and Ice Data Center des États-Unis.

La calotte glaciaire du Groenland a continué à perdre de la masse au cours de l'année hydrologique 2022-2023 (du 1er septembre 2022 au 31 août 2023), sur la base des estimations d'un ensemble de modèles climatiques régionaux.⁴¹ L'accumulation annuelle de neige au Groenland dépasse toujours la fonte de la surface la plupart des années, ce qui donne une PME positive. Pour 2022-2023, cela a été estimé à +317 Gt, soit en dessous de la moyenne à long terme mais bien au-dessus des années de fonte extrême de 2011-2012 et 2018-2019. Combiné avec le BMB (-27 Gt) et le MMB (-504 Gt), le bilan de masse total estimé de la calotte glaciaire pour 2022-2023 était d'environ -217 Gt.

La saison de fonte de l'été 2023 a été relativement intense, ponctuée de vagues de chaleur majeures en juillet et en août.⁴² Les données satellitaires sur l'étendue de la fonte indiquent que la calotte glaciaire avait la troisième plus grande surface de jours de fonte cumulée⁴³ jamais enregistrée (1978-2023), après la saison de fonte extrême⁴³ saison de fonte de 2012 et 2010 (Figure 14). Ce fut l'été le plus chaud jamais enregistré (de 1987 à aujourd'hui) à la station Summit, 3,4 °C de plus que la moyenne de 1991 à 2020 et 1,0 °C de plus que le record précédent.⁴⁴

La station Summit a connu des conditions de fonte pour la cinquième année consécutive (2012, 2019, 2021, 2022, 2023) ; Les enregistrements de carottes de glace indiquent que les conditions de fonte significatives ne se sont pas produites pour la dernière fois à la fin du XIXe siècle.⁴⁵

L'exercice de comparaison du bilan de masse des calottes glaciaires (IMBIE) a documenté l'accélération de la perte de masse combinée des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique au cours de la période d'enregistrement par satellite, 1992-2020.⁴⁶ Les TMB moyens des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique au cours de cette période étaient de -169, et -92 gigatonnes par an (Gt·an⁻¹), respectivement, et -261 Gt·an⁻¹ combinés.

En combinant les deux calottes glaciaires, les sept années de fonte les plus élevées jamais enregistrées remontent toutes à 2010, et les taux moyens de perte de masse sont passés de 105 Gt·an⁻¹ de 1992 à 1996 à 372 Gt·an⁻¹ de 2016 à 2020. Cela équivaut à environ 1 mm·an⁻¹ d'élévation mondiale du niveau de la mer attribuée aux calottes glaciaires polaires au cours de cette dernière période.

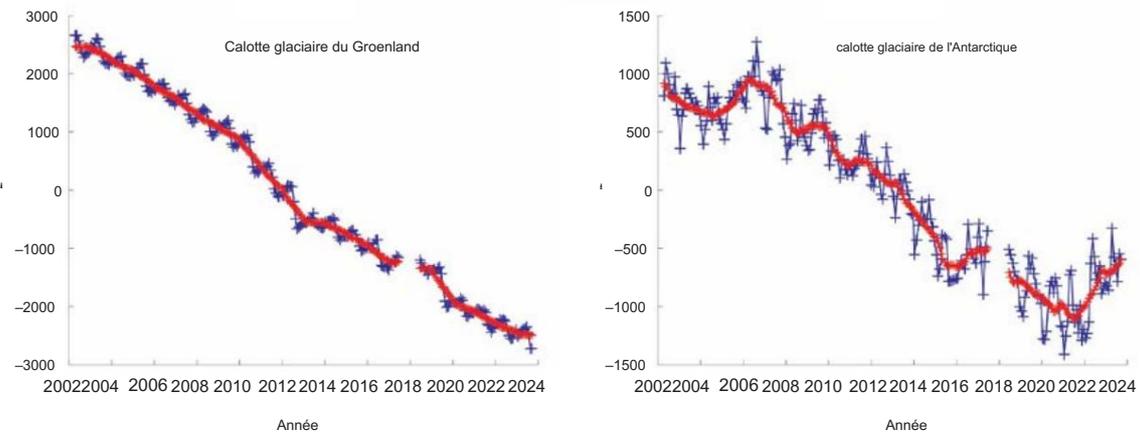


Figure 15. Données GRACE sur le bilan de masse gravitationnelle pour les calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique, d'avril 2002 à septembre 2023.

Source : Données et analyses avec l'aimable autorisation d'Isabella Velicogna.

Les données et les estimations modélisées du bilan de masse à partir de 2023 sont cohérentes avec ces taux récents de perte de masse au Groenland, mais la calotte glaciaire de l'Antarctique a gagné en masse en raison d'une accumulation de neige supérieure à la normale au cours de la dernière année et demie (Figure 15). Les données gravitationnelles du satellite GRACE sur l'année hydrologique 2022-2023 (septembre 2022 à août 2023) donnent une variation de masse estimée à -196 Gt pour le Groenland, proche du taux de perte de masse à long terme de la calotte glaciaire. La calotte glaciaire de l'Antarctique a gagné 122 Gt sur cette même période.

GLACIERS

Les données préliminaires indiquent que le bilan de masse annuel d'un ensemble mondial de glaciers de référence pour l'année hydrologique 2022-2023 était de $-1,2$ m we. Il s'agit théoriquement de la plus grande perte de glace jamais enregistrée (1950-2023), due à un bilan de masse extrêmement négatif dans les deux pays. l'ouest de l'Amérique du Nord et

Les glaciers de l'ouest de l'Amérique du Nord et des Alpes européennes ont connu une saison de fonte extrême. En Suisse, les glaciers ont perdu environ 10 % de leur volume restant au cours des deux dernières années.

Les glaciers sont formés de neige qui s'est compactée pour former de la glace, qui se déforme ensuite et coule vers le bas. Les glaciers comprennent deux zones : une zone d'accumulation où l'accumulation de masse due aux chutes de neige dépasse la perte de glace, et une zone d'ablation où la perte de glace (ablation) due à la fonte et à d'autres mécanismes dépasse l'accumulation. Là où les glaciers se terminent dans un lac ou un océan, la perte de glace peut se produire par fonte là où la glace rencontre l'eau, et par vêlage lorsque des morceaux de glacier se détachent.

Le bilan de masse d'un glacier —la quantité de masse gagnée ou perdue par le glacier—est communément exprimé comme le changement annuel d'épaisseur moyenné sur la zone du glacier, exprimé en mètres d'équivalent eau (m we).⁴⁷ Les taux de fonte sont fortement affectés par l'albédo du glacier, la fraction de la lumière solaire réfléchi par la surface du glacier. La glace des glaciers exposée est plus foncée et a donc un albédo inférieur à celui du manteau neigeux saisonnier et est sensible au noircissement dû à la poussière minérale, au carbone noir, à l'activité des algues et aux retombées des incendies de forêt. La couverture neigeuse réduite, les longues saisons de fonte et les incendies de forêt contribuent tous à concentrer les matériaux plus sombres à la surface du glacier, diminuant ainsi son albédo et augmentant ainsi la fonte.

Les données préliminaires d'un ensemble de glaciers de référence surveillés par le Service mondial de surveillance des glaciers (WGMS) indiquent un bilan de masse annuel mondial pour l'année hydrologique 2022-2023 de $-1,2$ m we, légèrement plus négatif que 2021-2022 pour l'ensemble d'environ 60 glaciers de référence WGMS. Il s'agit théoriquement d'un bilan de masse record (1950-2023, figure 16), basé sur les données disponibles sur les glaciers. Cette perte record est due à un bilan de masse extrêmement négatif dans l'ouest de l'Amérique du Nord et en Europe. Sept des dix années où le bilan massique est le plus négatif se sont produites depuis 2010.

La perte de masse annuelle des glaciers suisses en 2022-2023 était la deuxième plus importante jamais enregistrée (de 1950 à aujourd'hui, figure 17), soit 4,4 % du volume de glace restant. En plus d'une perte de masse record de 5,9% en 2021-2022, les glaciers suisses ont perdu environ 10% de leur volume restant en seulement deux ans. Cela est dû au faible manteau neigeux et aux étés chauds chaque année, avec les impacts cumulatifs potentiels de l'assombrissement des glaciers associé à des périodes plus longues que la normale d'exposition des glaces des glaciers et à la perte du névé de haute altitude.⁴⁹

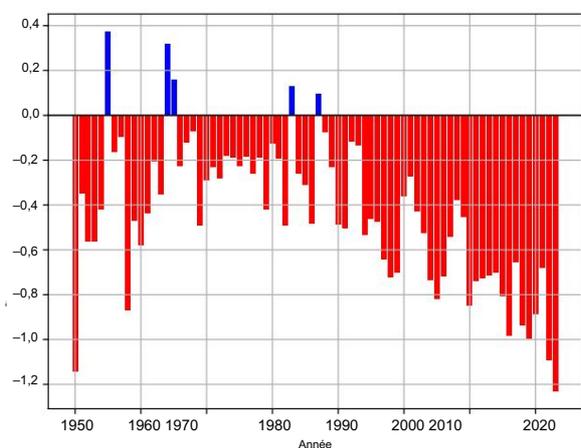


Figure 16. Bilan de masse annuel des glaciers de référence avec plus de 30 ans de mesures glaciologiques en cours.

Les valeurs de variation annuelle de masse sont indiquées sur l'axe des y en unité mètre équivalent eau (m we), qui correspond à des tonnes par mètre carré ($1\ 000\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

Source : WGMS (2023, rapports mis à jour et rapports antérieurs) 48

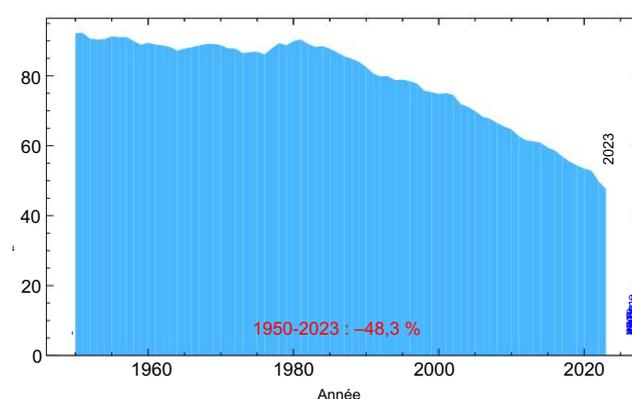
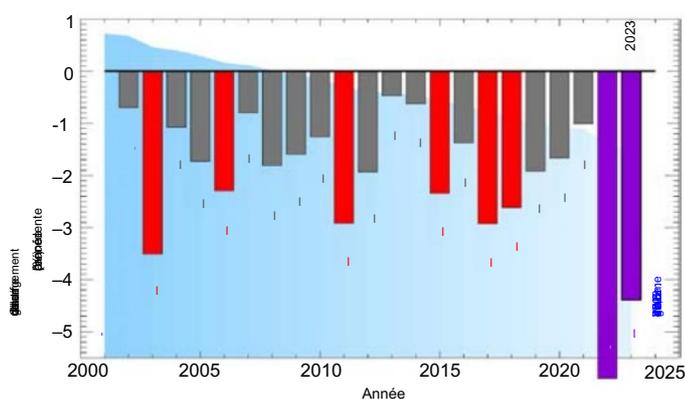


Figure 17. (à gauche) Perte annuelle totale des glaciers suisses liée au volume de glace actuel. Les barres verticales indiquent la variation en pourcentage du volume de glace par rapport à l'année précédente. Les barres rouges et violettes représentent les 8 plus grandes pertes de masse relative jamais enregistrées. Les barres violettes représentent les pertes de masse relatives pour 2022 et 2023. La zone ombrée en bleu en arrière-plan représente le volume global de glace, comme également indiqué dans le panneau de droite. (à droite) Volume global de glace pour les glaciers suisses 1950-2023.

Source : Matthias Huss d'après Glacier Monitoring Switzerland, 2022 : Swiss Glacier Mass Balance (version 2023), <https://doi.org/10.18750/massbalance.2022.r2022>.

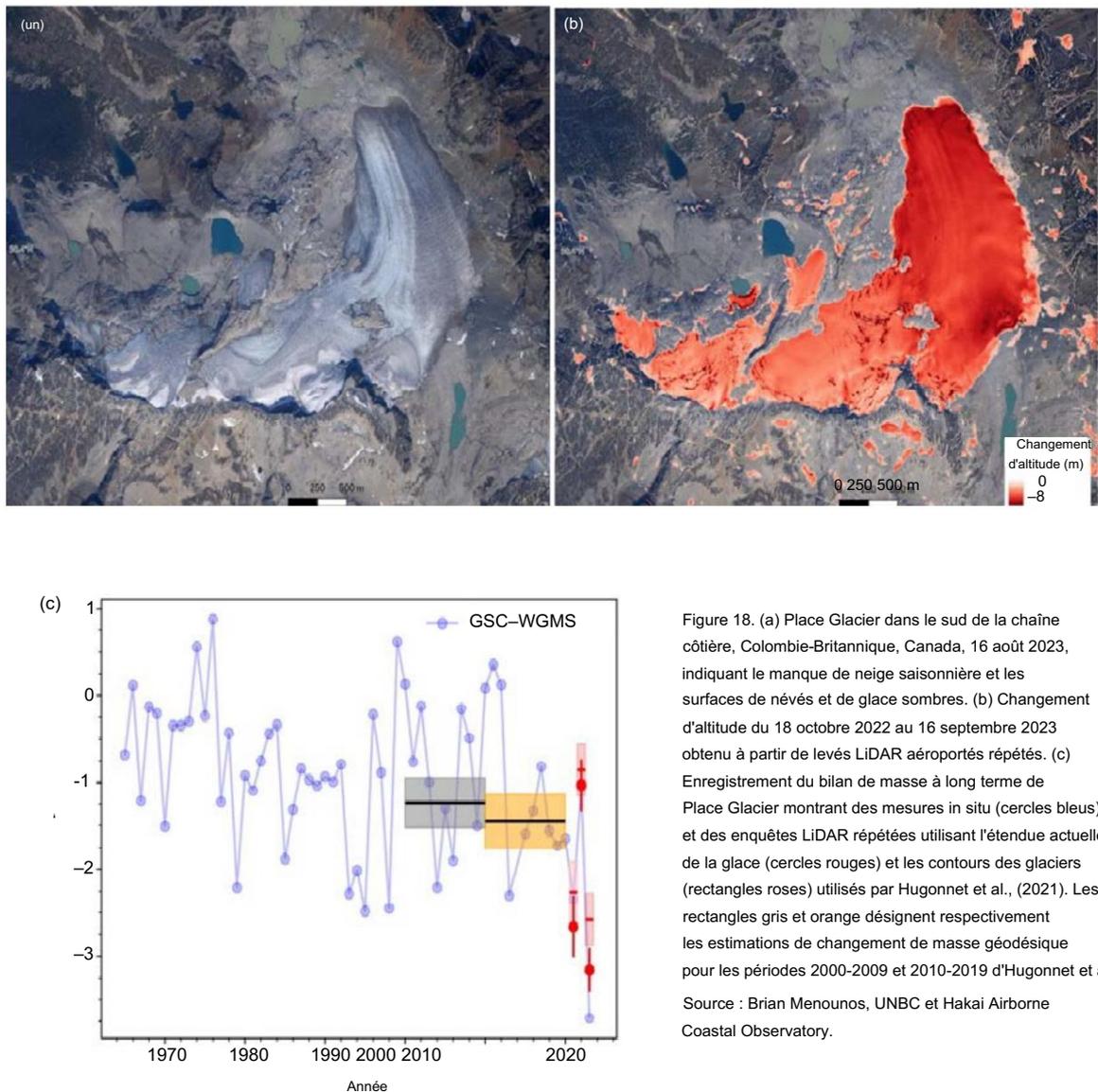


Figure 18. (a) Place Glacier dans le sud de la chaîne côtière, Colombie-Britannique, Canada, 16 août 2023, indiquant le manque de neige saisonnière et les surfaces de névés et de glace sombres. (b) Changement d'altitude du 18 octobre 2022 au 16 septembre 2023 obtenu à partir de levés LiDAR aéroportés répétés. (c) Enregistrement du bilan de masse à long terme de Place Glacier montrant des mesures in situ (cercles bleus) et des enquêtes LiDAR répétées utilisant l'étendue actuelle de la glace (cercles rouges) et les contours des glaciers (rectangles roses) utilisés par Hugonnet et al., (2021). Les rectangles gris et orange désignent respectivement les estimations de changement de masse géodésique pour les périodes 2000-2009 et 2010-2019 d'Hugonnet et al. (2021).
Source : Brian Menounos, UNBC et Hakai Airborne Coastal Observatory.

L'ouest de l'Amérique du Nord a connu une perte de masse glaciaire record (de 1965 à aujourd'hui) en 2023, avec un amincissement annuel moyen de plus de 3,5 m sur les sites glaciaires surveillés par LiDAR50 dans les Rocheuses canadiennes et le sud de la chaîne côtière. D'après les relevés LiDAR régionaux, les glaciers nord-américains ont perdu de la masse à des taux cinq fois supérieurs aux taux mesurés pour la période 2000-2019. 51 En ajustant les données altimétriques LiDAR à la densité de la neige et de la glace, les estimations du bilan de masse sur deux sites avec des mesures à long terme, Place (Figure 18) et les glaciers Haig, sont respectivement de $-3,1 \pm 0,5$ et $-3,8 \pm 0,6$ m we In situ Les mesures du bilan de masse de ces deux sites donnent des estimations de $-3,7$ et $-4,1$ m we, respectivement, bien en dessous de la moyenne à long terme et de plus de 1 m we en dessous des minima records précédents.

Les bilans de masse négatifs importants sont dus à un manteau neigeux hivernal inférieur à la moyenne, suivi d'une intense vague de chaleur printanière qui a conduit à une exposition précoce de la glace nue sur la plupart des glaciers et des champs de glace du sud-ouest du Canada. La neige saisonnière avait pour la plupart disparu au milieu de l'été (Figure 18). sur la plupart des glaciers, exposant des névés ou de la glace plus foncés au cours d'une saison de fonte prolongée. Des températures estivales supérieures à la moyenne et une activité record d'incendies de forêt dans l'ouest du Canada⁵² (voir [Événements météorologiques et climatiques extrêmes](#)) ont contribué à la fonte extrême, avec des dépôts de particules provenant de

les incendies de forêt assombrissent encore davantage la surface des glaciers. Les taux élevés de fonte cumulée au cours des dernières années peuvent également être un facteur, car les impuretés sont de plus en plus concentrées à la surface des glaciers et la zone de névé a disparu sur de nombreux glaciers de montagne. Ces facteurs deviennent persistants et les glaciers de l'ouest de l'Amérique du Nord ont perdu environ 9 % de leur volume de 2020 sur la période 2020-2023.

LA COUVERTURE DE NEIGE

La couverture neigeuse saisonnière dans l'hémisphère Nord connaît un déclin à long terme à la fin du printemps et en été. L'étendue de la couverture neigeuse de l'hémisphère Nord pour le mois de mai était la huitième plus faible jamais enregistrée (1967-2023). L'étendue de la couverture neigeuse en Amérique du Nord pour mai 2023 était la plus faible jamais enregistrée (1967-2023).

La couverture neigeuse saisonnière dans l'hémisphère Nord a connu un déclin à long terme à la fin du printemps et en été, qui s'est poursuivi en 2023. L'étendue de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord de janvier à avril 2023 était proche de la moyenne à long terme (1991-2020).), mais la vague de chaleur printanière dans le nord-ouest de l'Amérique du Nord a provoqué une fonte généralisée des neiges.

L'étendue de la couverture neigeuse en Amérique du Nord pour mai 2023 était la plus faible jamais enregistrée (1967-2023), soit 7,47 millions de km², soit environ 1,57 million de km² (17 %) en dessous de la moyenne à long terme, tandis que l'étendue globale de la couverture neigeuse de l'hémisphère Nord était de 16,74 millions de km². Le huitième plus bas depuis 1967 et 1,47 million de km² en dessous de la moyenne à long terme (Figure 19).

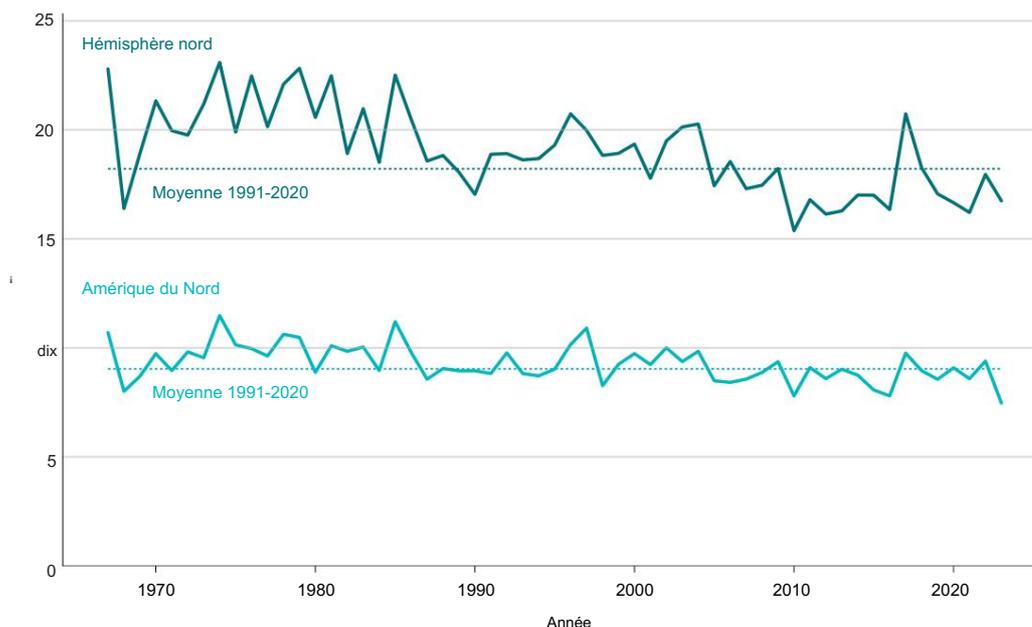


Figure 19. Étendue de la couverture neigeuse en mai pour l'hémisphère Nord (bleu foncé) et l'Amérique du Nord (bleu clair), 1967-2023. La moyenne 1991-2020 pour chaque région est représenté par une ligne pointillée horizontale.

Source : Données du Global Snow Lab de l'Université Rutgers⁵³ (<https://climate.rutgers.edu/snowcover/>).

Surveillance du climat et énergies renouvelables

Hamid Bastani et Roberta Boscolo

La production d'énergie renouvelable, principalement tirée par les forces dynamiques du rayonnement solaire, du vent et du cycle de l'eau, s'est imposée au premier plan de l'action climatique en raison de son potentiel à atteindre les objectifs de décarbonation.

Dans le monde entier, une transition énergétique substantielle est déjà en cours. En 2023, les ajouts de capacités renouvelables ont augmenté de près de 50 % par rapport à 2022, pour un total de 510 gigawatts (GW).⁵⁴ Cette croissance marque le taux le plus élevé observé au cours des deux dernières décennies et, comme l'indique l'Agence internationale de l'énergie (AIE), le démontre. le potentiel d'atteindre l'objectif en matière d'énergie propre fixé lors de la COP28 consistant à tripler la capacité mondiale d'énergies renouvelables pour atteindre 11 000 GW d'ici 2030.⁵⁵

À l'ère de cette transition massive et rapide vers les énergies renouvelables, il est essentiel de comprendre le lien critique entre la variabilité climatique et les énergies renouvelables. Une connaissance approfondie de la manière dont le climat va moduler la disponibilité et la demande d'énergie renouvelable est essentielle pour optimiser l'exploitation, les investissements et la planification des ressources énergétiques. La récente publication conjointe de l'OMM et de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) sur les ressources potentielles mondiales en énergies renouvelables et la demande énergétique en 2022 en fonction du climat (OMM-IRENA 2023) souligne les liens inhérents entre les ressources énergétiques renouvelables et les conditions météorologiques et climatiques. Le rapport souligne le potentiel des pays en développement, en particulier en Afrique où l'accès à l'énergie reste une priorité clé, à développer des systèmes d'énergie propre et recommande une meilleure prise en compte de la variabilité climatique pour améliorer l'exploitation, la gestion et la planification des ressources énergétiques.

L'importance de tenir compte de la variabilité climatique est visible dans la figure 21, qui montre les anomalies mensuelles de l'offre et de la demande d'énergie au Botswana, au Mozambique, en Namibie, en Afrique du Sud et au Zimbabwe en 2022 par rapport à la moyenne de la période de référence 1991-2020. Les anomalies sont mesurées par quatre indicateurs énergétiques définis, qui sont des facteurs de capacité⁵⁶ pour l'énergie éolienne (WP), le solaire photovoltaïque (SPV), les précipitations totales pondérées (WTP) comme indicateur indirect de l'hydroélectricité et les degrés-jours énergétiques (EDD) comme indicateur indirect de l'énergie hydroélectrique. indicateur de demande d'énergie.



Pour illustrer la manière dont les graphiques peuvent être interprétés, considérons le mois d'octobre, lorsque la demande dans les cinq pays est entre 5 % et 30 % supérieure à la moyenne, tandis qu'une grande partie de la production potentielle est inférieure à la moyenne (à l'exception de légères augmentations du SPV pour le Mozambique et le Zimbabwe), et WP pour le Zimbabwe). Dans cette situation, l'équilibrage de l'énergie nécessiterait une planification minutieuse, par exemple pour garantir qu'il y ait suffisamment d'eau dans les barrages hydroélectriques lors de la saison des pluies précédente (se terminant généralement en mai) et avant la prochaine saison des pluies (débutant généralement en octobre-novembre).

Pour des informations plus détaillées sur les indicateurs et des informations supplémentaires sur d'autres régions et résultats mondiaux, reportez-vous à la publication [principale](#). ⁵⁷

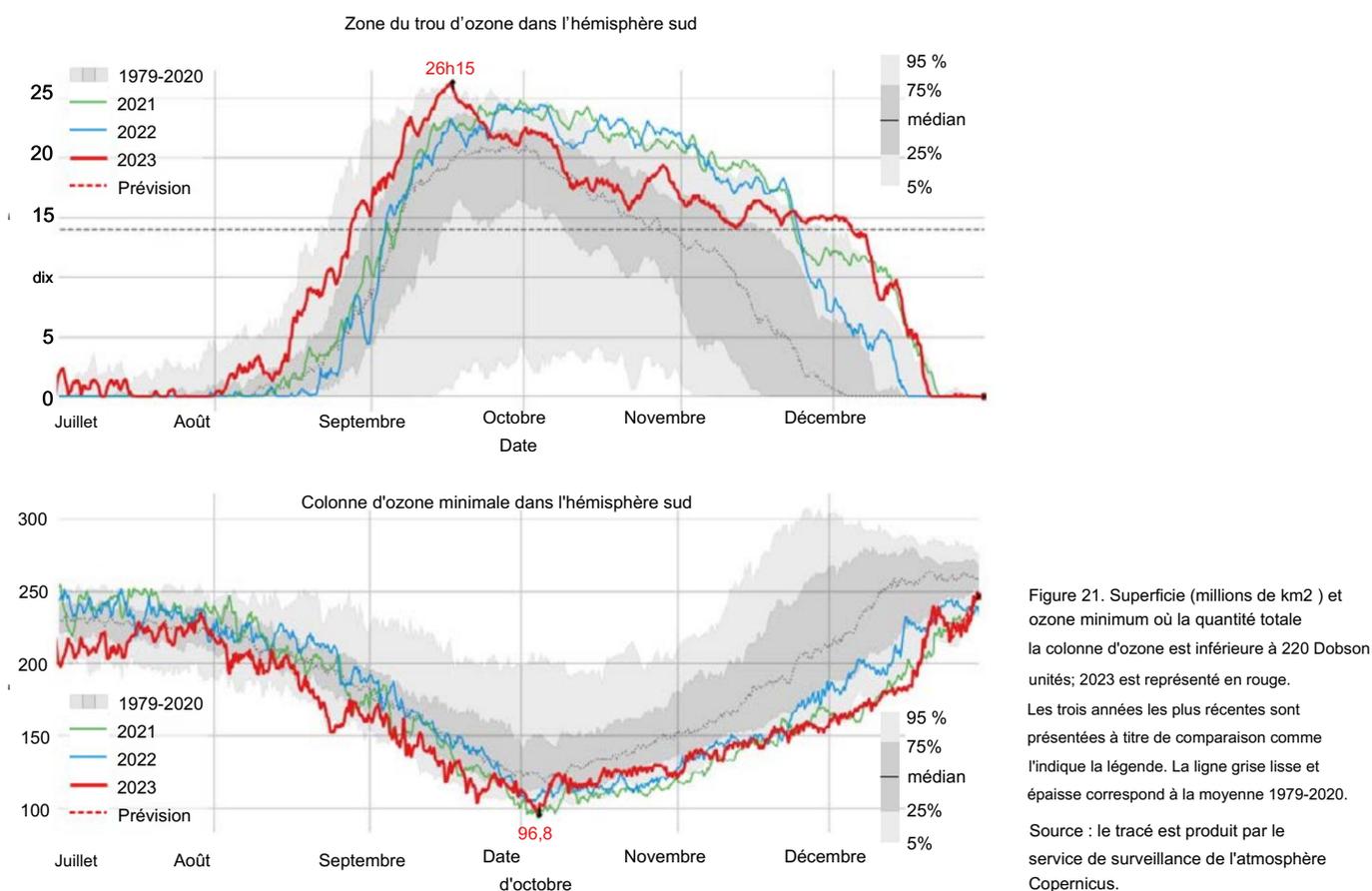
Figure 20. Anomalies mensuelles en pourcentage de quatre indicateurs énergétiques pour l'énergie éolienne (WP), le solaire photovoltaïque (SPV), l'hydroélectricité (WTP) et la demande énergétique (EDD) pour 2022 par rapport aux mois correspondants de la période de référence 1991-2020 pour cinq pays du Afrique australe comme indiqué dans la légende du panneau supérieur. Il convient de noter que le Botswana ne dispose pas de centrales hydroélectriques et qu'aucun indicateur n'a donc été calculé. Notez également que l'axe des y varie en fonction de la plage de l'indicateur.

OZONE STRATOSPHERIQUE ET GAZ APPAUVRISSANT LA OZONE

Suite au succès du Protocole de Montréal, l'utilisation des halons et des chlorofluorocarbures (CFC) a été abandonnée, mais leurs niveaux dans l'atmosphère continuent d'être surveillés.⁵⁸ En raison de la longue durée de vie des CFC, ces composés resteront dans l'atmosphère pendant de nombreuses années. décennies et, même s'il n'y avait pas de nouvelles émissions, il y aurait toujours suffisamment de chlore et de brome pour provoquer la destruction complète de l'ozone en Antarctique d'août à décembre. En conséquence, la formation du trou dans la couche d'ozone de l'Antarctique continue d'être un événement printanier annuel, dont la taille et la profondeur varient d'une année à l'autre dans une large mesure par les conditions météorologiques. Le « trou » n'est pas à proprement parler un trou ; c'est une zone où la colonne totale d'ozone dans la stratosphère tombe en dessous de 220 unités Dobson.⁵⁹

En 2023, le développement du trou dans la couche d'ozone a commencé de manière inhabituellement précoce, devenant le 6ème plus grand de l'ère des satellites. Elle s'est étendue à 26 millions de km² le 21 septembre, comparable aux deux années précédentes (2021 et 2022) et proche des maxima observés les années précédentes comme 28,2 millions de km² en 2015 et 29,6 millions de km² en 2006 selon les analyses de l'Agence Nationale de l'Aéronautique. et Space Administration⁶⁰ (NASA) et Copernicus Atmospheric Monitoring Service⁶¹ (CAMS). La NASA a signalé un minimum d'ozone de 99 DU le 3 octobre 2023. Bien que la superficie du trou dans la couche d'ozone ait diminué de manière typique jusqu'au début octobre, elle a de nouveau augmenté vers la fin du mois et est restée égale ou supérieure à environ 15 millions de km².

jusqu'à la première semaine de décembre. Même si le trou d'ozone a eu une durée de vie inhabituellement longue en 2023, sa longévité était similaire à celle des trous d'ozone des trois dernières années.



La persistance inhabituelle des trous dans la couche d'ozone au cours des trois dernières années est due à des températures stratosphériques inférieures à la moyenne et à un fort vortex polaire qui a persisté jusqu'en décembre. Plusieurs facteurs potentiels du vortex polaire plus fort observé ont été identifiés, notamment la vapeur d'eau injectée dans la stratosphère par l'éruption du Hunga Tonga –Hunga Ha'apai, la configuration des vents dans l'hémisphère sud et le changement climatique.

FACTEURS CLIMATIQUES À COURT TERME

Une période prolongée de La Niña entre mi-2020 et début 2023 a cédé la place à des conditions El Niño qui étaient bien établies en septembre 2023, contribuant à l'augmentation observée des températures moyennes mondiales à la surface de la mer en 2023.

Il existe de nombreux phénomènes naturels différents, souvent appelés modèles climatiques ou modes climatiques, qui affectent le temps et le climat sur des échelles de temps allant de quelques jours à plusieurs mois, voire plusieurs années. En 2023, l'oscillation australe El Niño (ENSO), le dipôle de l'océan Indien et l'oscillation nord-atlantique, mis en évidence ici, ont contribué à des événements météorologiques et climatiques majeurs dans de vastes régions du monde.

ENSO –OSCILLATION SUD D'EL NIÑO

ENSO est l'un des facteurs climatiques les plus importants de la variabilité annuelle des régimes météorologiques dans le monde. Elle est liée à des aléas tels que les fortes pluies, les inondations, la sécheresse, les vagues de chaleur et les vagues de froid. El Niño, caractérisé par des températures de surface de la mer supérieures à la moyenne dans la partie tropicale orientale du Pacifique et par un affaiblissement des alizés, a généralement une influence sur le réchauffement des températures mondiales. La Niña, caractérisée par des températures de surface de la mer inférieures à la moyenne dans le Pacifique tropical central et oriental et par un renforcement des alizés, a l'effet inverse.

Un épisode pluriannuel de La Niña a commencé au milieu de l'année 2020 et s'est terminé au début de 2023. Par la suite, les températures de la surface de la mer dans le Pacifique tropical oriental ont augmenté, dépassant les seuils typiques d'El Niño (0,5 °C sur la figure 22) en juin. Cependant, l'atmosphère a été plus lente à réagir et ce n'est que début septembre que les conditions El Niño se sont bien établies dans l'atmosphère et dans l'océan. À la fin de l'année, un fort phénomène El Niño s'était développé, l'indice océanique Niño atteignant 2,0°C pour la période novembre-janvier, la valeur la plus élevée depuis le phénomène El Niño 2015/16.

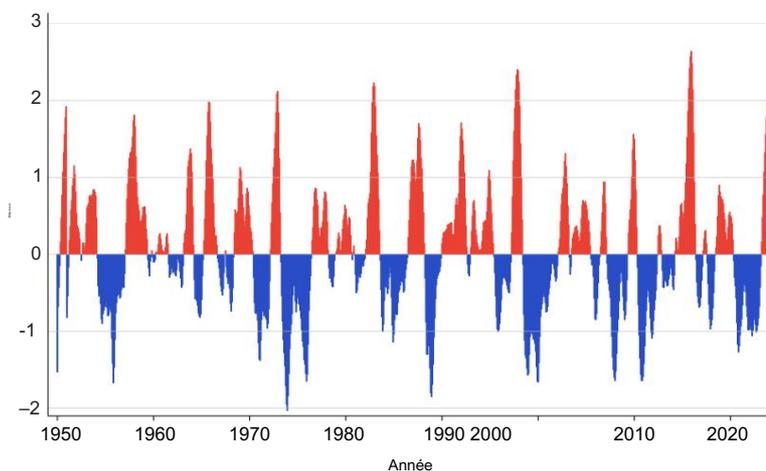


Figure 22. Série chronologique de l'indice Oceanic Niño de la NOAA de janvier 1950 à décembre 2023 montrant la présence de conditions plus fraîches que la moyenne (en bleu) et de conditions plus chaudes que la moyenne (en rouge) pendant des périodes moyennes de 3 mois. Les anomalies concernent la température moyenne de la surface de la mer entre 1991 et 2020. Source : NOAA NCEP

El Niño a une influence sur les régimes pluviométriques régionaux. Les anomalies de précipitations étaient typiques d'El Niño dans certaines régions : conditions plus sèches que d'habitude dans la zone maritime de l'Asie du Sud-Est et du sud du Mexique jusqu'au nord de l'Amérique du Sud et conditions plus humides que la normale dans certaines parties du Chili (Figure 23).

La diminution des précipitations de mousson en Asie du Sud-Est est associée à El Niño. Le début de la mousson au Kerala, en Inde, a eu lieu le 8 juin, 7 jours plus tard que la normale. À la fin du mois de septembre, l'Inde avait reçu 94 % de ses précipitations typiques de mousson.⁶² Des précipitations totales supérieures à la normale ont toutefois été observées le long du cours inférieur de l'Indus et dans le centre de l'Inde.

En Australie, La Niña est associée à des conditions plus humides que la normale et El Niño à des conditions plus sèches que la normale. En janvier, les précipitations dans le pays ont été 35 % supérieures à la normale alors que La Niña s'est atténuée, mais en août elles étaient 50 % inférieures à la normale avec un renforcement d'El Niño.

La sécheresse s'est également accompagnée des températures moyennes nationales de juillet à septembre les plus élevées depuis 114 ans. Septembre a été le plus sec jamais enregistré en Australie et août à octobre a été la période de trois mois la plus sèche des 124 années d'observation.

Cependant, ce qui est quelque peu atypique pour un épisode El Niño, novembre et décembre ont été plus humides que la moyenne dans une grande partie de l'est de l'Australie.

Alors que les anomalies de température moyenne mondiale ont augmenté pendant la transition de La Niña à El Niño, de nombreuses régions ont également connu des vagues de chaleur, notamment certaines parties des États-Unis, du Mexique, de l'Europe, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, de la Chine, de la Sibérie et de l'Amérique du Sud. Un rapport *Frontiers* du PNUE⁶³ a souligné que la variabilité associée à l'El Niño a des implications sur la biomasse et les conditions météorologiques en matière d'incendie⁶⁴, ce qui augmente le risque d'incendies de forêt importants et intenses dans certains endroits. Veuillez vous référer à la section sur les événements météorologiques et climatiques extrêmes pour plus de détails sur les événements extrêmes.

IOD –DIPÔLE Océan Indien

La phase positive de l'IOD est caractérisée par des températures de surface de la mer (et le niveau de la mer) inférieures à la moyenne dans l'est de l'océan Indien et des températures de surface de la mer (et le niveau de la mer) supérieures à la moyenne dans l'ouest. La phase négative a le schéma inverse. Le changement qui en résulte dans le gradient de température de la surface de la mer à travers le bassin océanique affecte les conditions météorologiques des continents environnants, principalement dans les régions équatoriales et dans l'hémisphère sud. Les événements IOD positifs sont souvent, mais pas toujours, associés à El Niño et les événements négatifs à La Niña.

Parallèlement à l'émergence d'El Niño, la première IOD positive depuis 2019 s'est développée au début du printemps austral et a culminé en octobre. L'IOD positive a contribué à intensifier les conditions anormalement sèches et chaudes dans certaines parties de l'Australie pendant cette période. À l'inverse, les précipitations totales dans la Corne de l'Afrique au cours de la saison des pluies d'octobre à décembre ont été bien supérieures à la normale, entraînant des inondations en Somalie, en Éthiopie et au Kenya ; cela fait suite à la sécheresse prolongée dans la région de 2020 au début de 2023, lorsque les conditions de La Niña et un dipôle neutre à négatif de l'océan Indien étaient largement présents.

NAO –OSCILLATION DE L'ATLANTIQUE NORD

La pression moyenne au niveau de la mer dans l'Atlantique Nord est caractérisée par une zone de pression plus basse proche de l'Islande connue sous le nom de dépression islandaise et une zone de pression plus élevée centrée sur les Açores connue sous le nom d'anticyclone des Açores. L'oscillation nord-atlantique (NAO) est basée sur la différence de pression au niveau de la mer entre la dépression islandaise et l'anticyclone des Açores. Elle est principalement associée aux conditions météorologiques de conduite dans le bassin de l'Atlantique Nord, en Europe et en Méditerranée.

La phase positive est caractérisée par une pression inférieure à la normale sur les hautes latitudes de l'Atlantique Nord et une pression supérieure à la normale sur l'Atlantique central, l'est des États-Unis,

et l'Europe occidentale. La phase négative a le schéma inverse. Étant donné que les phases sont déterminées par les changements de pression dans l'atmosphère, elles peuvent fluctuer plus rapidement, de l'ordre de quelques jours ou semaines, par rapport à d'autres facteurs climatiques tels que ENSO, qui sont entraînés par des changements plus lents de la température des océans et fluctuent de l'ordre de des mois à des années.

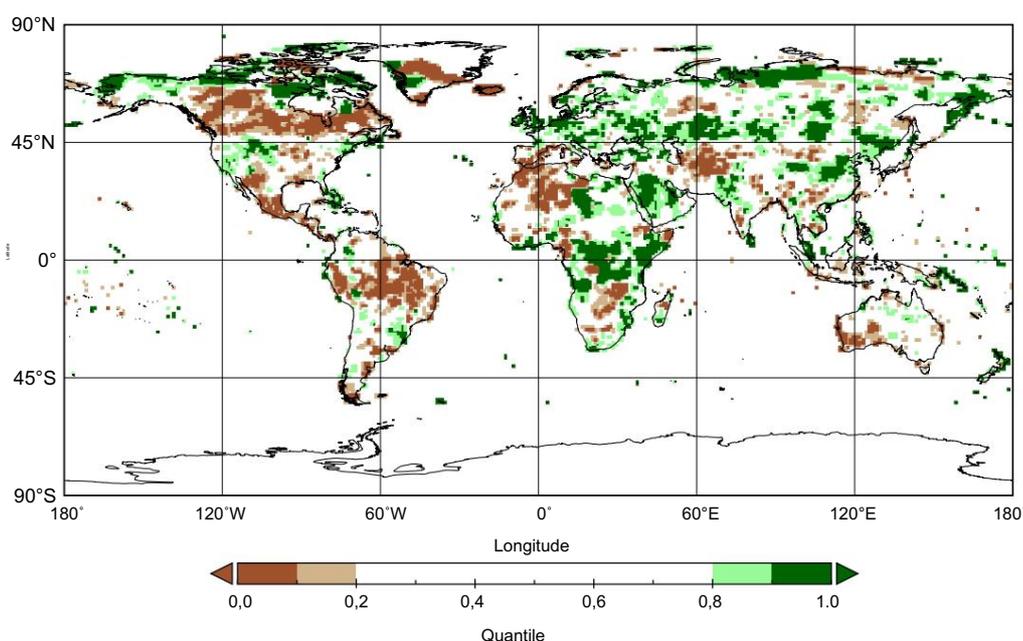
La haute pression associée à la NAO négative fin juin et juillet 2023 a contribué à une vague de chaleur qui a provoqué une fonte importante de la neige et de la glace dans le sud du Groenland. Plusieurs événements de fonte généralisés se sont produits au cours de cette période. L'Irlande a enregistré son mois de juin le plus chaud jamais enregistré (124 ans), tout comme la station d'Uccle en Belgique (191 ans). Dans l'est du Canada, de nombreuses régions ont signalé un record de chaleur en juillet.

PRÉCIPITATION

Les précipitations totales accumulées en 2023 étaient supérieures à la moyenne à long terme (Figure 23) en Asie de l'Est et centrale et dans certaines parties de l'Asie du Nord ; la région de la mousson d'été de l'ouest de l'Inde ; certaines parties du continent maritime ; le nord de la Nouvelle-Zélande ; certaines parties de l'Afrique de l'Ouest, centrale, australe et orientale ; Europe occidentale, centrale et du Sud-Est ; le sud de la Scandinavie ; l'ouest du Moyen-Orient ; nord-ouest, sud-ouest et sud-est de l'Amérique du Nord ; Grandes Antilles ; et certaines parties du sud-est de l'Amérique du Sud.

Les régions présentant un déficit pluviométrique marqué comprennent : le sud-est de l'Amérique du Sud, le bassin amazonien et une grande partie de l'Amérique centrale ; le sud du Canada ; la région de la Méditerranée occidentale et le sud-ouest de l'Europe ; certaines parties du nord-ouest, du centre et de l'Afrique australe ; certaines parties de l'Asie centrale ; la région de mousson de l'est de l'Inde ; certaines parties de l'Asie du Sud-Est et du continent maritime ; le sud-ouest et la côte nord de l'Australie ; et de nombreuses îles du Pacifique.

Le début de la mousson ouest-africaine était à peu près normal. La région de la Grande Corne de l'Afrique, qui connaissait une sécheresse de longue durée, a subi d'importantes inondations en 2023, en particulier plus tard dans l'année, lorsque de fortes pluies associées à El Niño et au dipôle positif de l'océan Indien se sont établies (voir Événements météorologiques et climatiques extrêmes).



Événements météorologiques et climatiques extrêmes

Les conditions météorologiques extrêmes continuent d'avoir de graves conséquences socio-économiques.

La chaleur extrême a touché de nombreuses régions du monde.

Les incendies de forêt à Hawaï, au Canada et en Europe ont entraîné des pertes en vies humaines, la destruction d'habitations et une pollution atmosphérique à grande échelle.

Les inondations associées aux précipitations extrêmes provoquées par le cyclone méditerranéen Daniel ont touché la Grèce, la Bulgarie, la Turquie et la Libye, avec des pertes en vies humaines particulièrement lourdes en Libye.

Les événements météorologiques et climatiques extrêmes ont eu des impacts majeurs sur tous les continents habités en 2023. Il s'agissait notamment d'inondations majeures (dont certaines associées à des cyclones tropicaux), de chaleurs et de sécheresses extrêmes, ainsi que d'incendies de forêt associés, qui ont présenté des défis pour la sécurité hydrique et alimentaire ainsi que pour le bien-être humain.^{65,66} Certains des événements les plus importants sont décrits ci-dessous, avec un plus large éventail d'événements décrits dans le supplément en ligne.

L'un des événements météorologiques les plus importants en termes de pertes de vies humaines a été le cyclone méditerranéen (ou médicament) appelé localement tempête Daniel en septembre. Dans ses premiers stades, la tempête a provoqué des précipitations extrêmes en Grèce, dans le sud de la Bulgarie et dans certaines parties de la Turquie, tandis qu'au même moment, un autre système de tempête a provoqué d'importantes crues soudaines en Espagne avec des effets néfastes sur la production céréalière.⁶⁷ Les chutes les plus lourdes ont eu lieu en Thessalie, région de Grèce au nord d'Athènes, où Zagora Pelion a reçu 760 mm le 5 septembre et un total de 1 096 mm sur 5 jours du 4 au 8 septembre, tandis qu'en Bulgarie, 329 mm sont tombés en 16 heures à Kosti les 4 et 5 septembre. La tempête est ensuite restée lente dans l'est de la Méditerranée pendant plusieurs jours avant que ses principales bandes pluvieuses n'affectent le nord-est de la Libye les 10 et 11 septembre. Des pluies extrêmes ont touché la côte et les montagnes voisines, avec 414 mm tombés en 24 heures à Al-Bayda les 10 et 11 septembre. Les pluies intenses ont provoqué des inondations extrêmes dans la région. Les impacts les plus extrêmes se sont produits dans la ville de Derna (à environ 50 km à l'est d'Al-Bayda), où une grande partie du centre-ville a été détruite par des inondations exacerbées par la rupture de deux barrages. Au moins 4 700 décès confirmés en Libye⁶⁸ ont été attribués aux inondations, et 8 000 personnes sont toujours portées disparues (au 15 décembre). Il y a eu 19 décès supplémentaires en Grèce⁶⁹ et en Bulgarie.

Le cyclone tropical Freddy, en février et mars, a été l'un des cyclones tropicaux les plus durables au monde. Il s'est formé le 6 février au large de la côte ouest de l'Australie et, après avoir touché terre à Madagascar et au Mozambique, a touché terre définitivement au Mozambique le 11 mars avant de se déplacer vers l'intérieur des terres en tant que dépression résiduelle. Les impacts majeurs de Freddy sont dus aux inondations survenues lors de l'atterrissage final, tant au Mozambique qu'au Malawi, lorsque des pluies extrêmement fortes sont tombées (jusqu'à 672 mm lors de la tempête au Mozambique). Certaines parties du Mozambique et du Malawi ne s'étaient pas encore remises des tempêtes de 2022. Le Malawi a été particulièrement durement touché avec au moins 679 décès signalés et plus de 659 000 déplacements internes⁷⁰, avec 165 décès supplémentaires au Mozambique.⁷¹ Des victimes ont également été signalées à Madagascar et au Zimbabwe, et en mer près de Maurice.

Le cyclone tropical Mocha, en mai, a été l'un des cyclones les plus intenses jamais observés dans le golfe du Bengale, atteignant des vents soutenus maximaux en 10 minutes de 115 kt. Il s'est formé le 11 mai et a touché terre près de la frontière entre le Bangladesh et le Myanmar le 14 mai.⁷² Au Bangladesh, des déplacements ont été signalés à Cox's Bazar, le plus grand camp de réfugiés au monde, qui abrite plus de 900 000 réfugiés Rohingyas du Myanmar.⁷³ Plus de 29 000 personnes ont été temporairement relocalisées.⁷⁴ Au total, au moins 156 vies ont été perdues au Myanmar⁷⁵ et plus de 270 000 bâtiments ont été endommagés ou détruits.⁷⁶ Au moins 63 000 déplacements ont eu lieu dans des camps abritant des personnes déjà déplacées par le conflit et la violence.⁷⁷ Les effets de Le cyclone Mocha, conjugué à l'intensification du conflit et à la hausse record des prix alimentaires, a gravement aggravé l'insécurité alimentaire aiguë, en particulier parmi les 3,4 millions de personnes vulnérables évaluées comme ayant besoin d'une aide humanitaire.⁷⁸

La plus grande perte économique signalée suite à un seul événement en 2023 est celle de l'ouragan Otis, qui a frappé la côte Pacifique du Mexique fin octobre. Otis a atteint l'intensité d'un ouragan à 12 h UTC le 24 octobre et, en quinze heures, il s'est intensifié jusqu'à atteindre un système de catégorie 5/9, l'un des plus violents.

taux d'intensification rapides observés à l'ère des satellites. Peu de temps après, il a touché terre juste à l'ouest d'Acapulco avec une intensité presque maximale, avec des vents maximums soutenus de 260 km·h⁻¹, ce qui pourrait être le premier atterrissage connu de catégorie 5 sur la côte Pacifique du Mexique. L'ouragan a provoqué d'importantes destructions à Acapulco et dans ses environs, avec des pertes économiques estimées à environ 12 milliards de dollars américains.⁸⁰ Au moins 48 morts ont été attribuées à l'ouragan⁸¹ et 32 autres disparus, pour la plupart en mer.

L'île du Nord de la Nouvelle-Zélande a subi à plusieurs reprises des précipitations extrêmes et des inondations en janvier et février. Le plus important s'est produit les 13 et 14 février, lorsque le cyclone Gabrielle passé juste à l'est de l'île du Nord en tant que système post-tropical. Les précipitations quotidiennes ont dépassé 500 mm dans certaines parties de l'est de l'île du Nord et Auckland (971,5 hPa) a connu sa pression atmosphérique la plus basse jamais enregistrée. 11 décès ont été signalés à cause de Gabrielle et 4 à cause d'inondations plus localisées à Auckland les 27 et 28 janvier. Les pertes économiques totales résultant de ces deux événements ont été estimées entre 5,3 et 8,6 milliards de dollars⁸², ce qui constitue de loin la catastrophe non sismique la plus coûteuse jamais enregistrée en Nouvelle-Zélande.

De nombreuses vagues de chaleur importantes se sont produites dans diverses régions du monde en 2023. Certaines des plus importantes se sont produites dans le sud de l'Europe et en Afrique du Nord, en particulier dans la seconde quinzaine de juillet, où une chaleur intense et exceptionnellement persistante s'est produite. L'Italie a été particulièrement touchée, avec des températures atteignant 48,2 °C le 24 juillet sur les sites sardes de Lotzorai et Jerzu, soit seulement 0,6 °C de moins que le record européen établi en Sicile en 2021.⁸³ Le 23 août, une température moyenne quotidienne de 32,98 °C a été signalée. à l'Observatoire de Brera à Milan, la plus élevée depuis un record remontant à 1763. Parmi les endroits où les températures ont été record, citons Tunis (Tunisie) (49,0 °C le 24 juillet), Tirana (Albanie) (43,0 °C le 25 juillet), Agadir (Maroc) (50,4 °C le 11 août) et Alger (49,2 °C le 23 juillet). La chaleur extrême s'est déplacée vers le sud-est de l'Europe fin juillet, et de nouvelles vagues de chaleur ont touché le centre-ouest de l'Europe fin août et début septembre. De nombreux endroits du sud de la France, du nord de l'Espagne et de la Suisse romande ont établi des records lors de ces événements, notamment Toulouse (42,4 °C le 23 août⁸⁴).

De nombreux incendies de forêt ont également eu lieu au cours de l'été, en particulier en Grèce (tant sur le continent que sur les îles). Un incendie dans le nord-est de la Grèce fin août et début septembre, qui a brûlé 96 000 hectares, a été le plus grand incendie jamais observé dans l'Union européenne.⁸⁵

La saison des incendies de forêt au Canada a dépassé de loin toutes celles enregistrées auparavant. Une activité importante de feux a commencé fin avril, s'est étendue au cours d'un mois de mai très chaud et sec et s'est poursuivie tout au long de l'été et jusqu'au début de l'automne. La superficie totale brûlée à l'échelle nationale pour l'année était de 14,9 millions d'hectares, soit plus de sept fois la moyenne à long terme (1986-2022) et bien au-dessus du précédent total saisonnier record de 6,7 millions d'hectares en 1989 (Figure 24). 297 ordres d'évacuation ont été

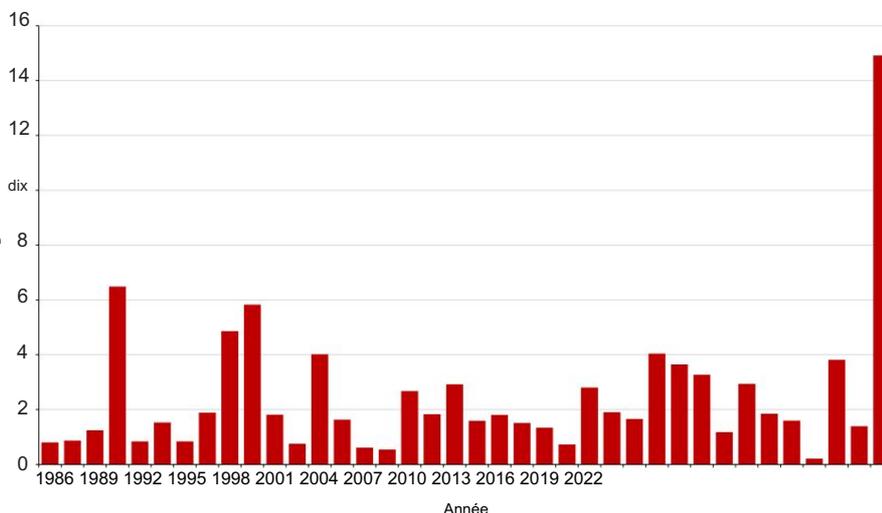


Figure 24. Superficie annuelle brûlée au Canada, 1986-2023 (millions d'hectares).

Source : Jain et coll. (2024)⁸⁷

émis, pour plus de 235 000 personnes.⁸⁶ Les incendies ont également entraîné une pollution par la fumée importante et généralisée, en particulier dans les zones densément peuplées de l'est du Canada et du nord-est des États-Unis au cours de la première quinzaine de juin. Quatre décès ont été directement attribués aux incendies, même si les impacts plus larges de la fumée sur la santé n'ont pas encore été pleinement évalués.

L'incendie de forêt le plus meurtrier de l'année s'est produit à Hawaï, à l'ouest de l'île de Maui. Conditions météorologiques extrêmes liées aux incendies, avec une faible humidité et des vents forts en rafales entraînés par un gradient de pression entre une forte anticyclone au nord et la circulation de l'ouragan Dora bien au sud, combinées à une sécheresse préexistante pour favoriser le développement et la propagation rapide de des incendies intenses. La région la plus touchée se situe autour de la ville de Lahaina, qui a été en grande partie détruite et plus de 2 200 structures ont été perdues. Des avis d'évacuation obligatoires ont été émis pour 7 500 personnes dans toute la région.⁸⁸ Au moins 100 décès ont été signalés⁸⁹, le plus grand nombre dans un incendie de forêt aux États-Unis depuis plus de 100 ans, avec 400 maisons détruites.⁹⁰ Des incendies de forêt d'une telle intensité et d'une telle rapidité les déplacements sont extrêmement rares sous les tropiques.

Une sécheresse de longue durée a persisté dans le nord-ouest de l'Afrique et dans certaines parties de la péninsule ibérique, ainsi que dans certaines parties de l'Asie centrale et du sud-ouest, et s'est intensifiée dans de nombreuses régions d'Amérique centrale, dans le nord de l'Amérique du Sud et dans le sud des États-Unis. Parmi les zones de sécheresse les plus importantes figurait une zone subtropicale d'Amérique du Sud, concentrée sur le nord de l'Argentine et de l'Uruguay. De janvier à août, les précipitations ont été inférieures de 20 à 50 % à la moyenne dans une grande partie du nord et du centre de l'Argentine, certaines régions connaissant pour la quatrième année consécutive des précipitations nettement inférieures à la moyenne. En Uruguay, les réserves d'eau ont atteint des niveaux extrêmement bas, affectant gravement la qualité de l'approvisionnement des principaux centres, dont Montevideo, même si la situation s'est quelque peu améliorée à partir du mois d'août. Même si les conditions de sécheresse se sont quelque peu atténuées plus tard dans l'année dans la région subtropicale de l'Amérique du Sud, la sécheresse s'est intensifiée dans de nombreuses régions de l'intérieur du continent, notamment dans une grande partie du bassin amazonien. Huit États brésiliens ont enregistré leurs plus faibles précipitations de juillet à septembre depuis plus de 40 ans. Le Rio Negro à Manaus a atteint un niveau record (les observations ont commencé en 1902) le 26 octobre, 0,93 m en dessous du précédent record établi en 2010.⁹¹

La région de la Grande Corne de l'Afrique, qui connaissait une sécheresse de longue durée, a subi d'importantes inondations en 2023, en particulier plus tard dans l'année, à la suite de fortes pluies associées à El Niño et au dipôle positif de l'océan Indien (voir [Facteurs climatiques à court terme](#)). La zone la plus durement touchée a été la région englobant la moitié sud de la Somalie, le sud-est de l'Éthiopie et le nord-est du Kenya. Pendant la saison des pluies de Deyr (octobre et novembre), les précipitations mensuelles dans cette région étaient largement comprises entre 100 et 200 millimètres et dépassaient localement 200 millimètres, soit plusieurs fois les moyennes à long terme. Au moins 352 décès ont été signalés dans les trois pays.⁹² En Éthiopie, au Burundi, au Soudan du Sud, en Tanzanie, en Ouganda, en Somalie et au Kenya, des inondations généralisées et graves ont déplacé 1,8 million de personnes⁹³, en plus des 3 millions de personnes déplacées à l'intérieur du pays ou au-delà des frontières par les cinq saisons consécutives de sécheresse⁹⁴ en Éthiopie, au Kenya, à Djibouti et en Somalie. Les conditions humides ont permis une certaine amélioration des conditions des pâturages et des cultures après la sécheresse prolongée. Les glissements de terrain et les inondations du début décembre ont également causé au moins 89 morts dans le nord de la République-Unie de Tanzanie.⁹⁵ Les communautés pastorales ont continué à être touchées par des pertes de biens après deux années consécutives de sécheresse. Ces facteurs ont continué à nuire à la production agricole et à réduire la production céréalière en 2023 par rapport à 2022.⁹⁶

Impacts socio-économiques

La sécurité alimentaire, les déplacements de population et les impacts sur les populations vulnérables restent une préoccupation croissante en 2023, les aléas météorologiques et climatiques exacerbant la situation dans de nombreuses régions du monde.

Les conditions météorologiques et climatiques extrêmes ont continué de déclencher de nouveaux déplacements prolongés et secondaires en 2023 et ont accru la vulnérabilité de nombreuses personnes déjà déracinées par des situations complexes et multicausales de conflit et de violence.

L'élaboration et la mise en œuvre de stratégies locales de réduction des risques de catastrophe se sont multipliées depuis l'adoption du Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe.

L'un des éléments essentiels pour réduire l'impact des catastrophes est de disposer de systèmes efficaces d'alerte précoce multirisques.

Les événements décrits ci-dessus, et bien d'autres encore, se produisent dans un contexte plus large. Les événements météorologiques et climatiques extrêmes interagissent avec et, dans certains cas, déclenchent ou exacerbent des situations concernant la sécurité hydrique et alimentaire, la mobilité de la population et la dégradation de l'environnement.^{97,98}

LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le nombre de personnes en situation d'insécurité alimentaire aiguë dans le monde a plus que doublé, passant de 149 millions de personnes avant la pandémie de COVID-19 à 333 millions de personnes en 2023 (dans 78 pays surveillés par le PAM).⁹⁹ Les niveaux de faim dans le monde sont restés inchangés par rapport à 2021. jusqu'en 2022. Toutefois, ces chiffres restent bien supérieurs aux niveaux d'avant la pandémie de COVID-19 : en 2022, 9,2 % de la population mondiale (735,1 millions de personnes) souffrait de sous-alimentation, contre 7,9 % de la population (612,8 millions de personnes) en 2019 (Figure 25).¹⁰⁰ La crise alimentaire et nutritionnelle mondiale actuelle est la plus importante de l'histoire de l'humanité moderne.¹⁰¹ Conflits prolongés, ralentissements économiques et niveaux élevés de

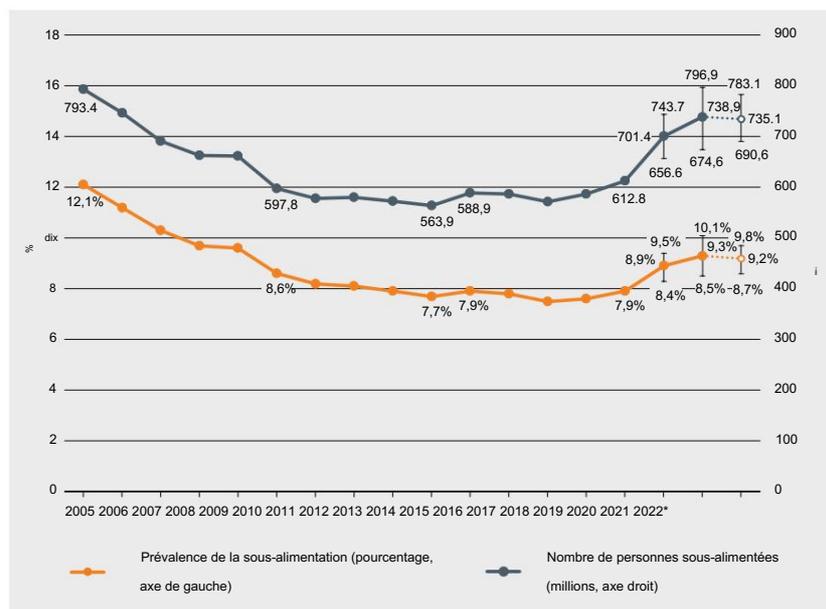


Figure 25. Prévalence mondiale de la sous-alimentation (en %) et nombre de personnes sous-alimentées (en millions) depuis 2005.

Source : Toute la série

a été mis à jour pour refléter les nouvelles informations publiées depuis la publication de L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2023.¹⁰³

Les prix alimentaires, encore exacerbés par les coûts élevés des intrants agricoles entraînés par les conflits persistants et généralisés dans le monde, sont à l'origine des niveaux élevés d'insécurité alimentaire mondiale. Cette situation est aggravée par les effets du climat et des conditions météorologiques extrêmes. En Afrique australe, par exemple, des phénomènes météorologiques extrêmes, notamment le passage du cyclone Freddy en février 2023, ont touché des régions de Madagascar, du Mozambique, du sud du Malawi et du Zimbabwe. Les inondations associées au cyclone ont submergé de vastes zones agricoles et infligé de graves dégâts aux cultures. Cela a exacerbé une lente reprise économique.¹⁰²

À l'échelle mondiale, les pertes économiques annuelles dues aux catastrophes climatiques et météorologiques ont augmenté depuis les années 2000.¹⁰⁴ Entre 2007 et 2022, 88 enquêtes d'évaluation des besoins post-catastrophe menées dans 60 pays à travers le monde ont montré que plus de 65 % des pertes causées par les sécheresses se produisaient dans le secteur agricole, y compris les pertes de production agricole et animale. En ce qui concerne les inondations, les tempêtes et les cyclones, environ 20 % des pertes concernent l'agriculture.¹⁰⁵

Début 2023, le Soudan du Sud a continué de subir des inondations exceptionnelles, les niveaux d'eau restant élevés même pendant la saison sèche. Même avec des conditions relativement sèches localement, les inondations ont persisté en raison des débits élevés provenant de plus en amont dans le bassin du Nil et du drainage très lent des crues précédentes. Les inondations prolongées ont rendu difficile l'accès des populations aux besoins fondamentaux tels que la nourriture, l'eau potable et les soins de santé et ont contribué au quasi-effondrement des moyens de subsistance locaux. Entre avril et juillet 2023, 7,8 millions de personnes, soit près des deux tiers de la population totale du Soudan du Sud, devraient connaître une grave insécurité alimentaire aiguë.¹⁰⁶

L'Afghanistan a connu une réduction substantielle de la fonte des neiges et des précipitations, ce qui a entraîné une nouvelle mauvaise campagne agricole. Cela a conduit à une insécurité alimentaire aiguë généralisée, en particulier dans les régions du nord et du nord-est. Entre mai et octobre 2023, on estime que 15,3 millions d'Afghans étaient confrontés à une grave insécurité alimentaire aiguë.¹⁰⁷ Au Yémen, 53 % de la population était déjà classée dans un niveau de crise d'insécurité alimentaire aiguë ou pire entre octobre et décembre 2022.

Les prix élevés des denrées alimentaires et du carburant, conjugués aux inondations de mars à septembre 2023 et à un conflit prolongé, ont encore aggravé l'insécurité alimentaire.

En Indonésie, une sécheresse météorologique liée à El Niño et à la phase positive du dipôle de l'océan Indien (voir [Facteurs climatiques à court terme](#)) s'est produite pendant la saison sèche, affectant 23 450 hectares de riziculture et provoquant 6 964 hectares de mauvaises récoltes, en août 2023. Une diminution de 645 000 tonnes de la production de riz était prévue d'ici octobre 2023.¹⁰⁸ Les semis fin 2023 ont également été retardés.

En 2023, une production record de maïs au Brésil a compensé des récoltes inférieures à la moyenne ailleurs en Amérique du Sud en raison de périodes de sécheresse prolongées, notamment en Argentine où les conditions de sécheresse devraient entraîner une baisse de 15 % de la production céréalière par rapport à la moyenne quinquennale. . Le retour d'El Niño en 2023 a eu des conséquences néfastes sur l'ensemble du cycle de culture du maïs en Amérique centrale et dans le nord de l'Amérique du Sud, où les déficits hydriques et les températures élevées ont réduit à la fois les superficies plantées et les rendements, avec des impacts négatifs aggravés sur la production finale, en particulier pour les cultures de maïs. les petits exploitants et les ménages les plus vulnérables du Corredor Seco. Au cours de la deuxième partie de la campagne, des tempêtes tropicales et des pluies torrentielles inattendues ont perturbé la croissance normale des cultures dans certaines zones proches de la côte Pacifique de l'Amérique centrale. En Haïti, les précipitations saisonnières irrégulières, notamment des périodes de précipitations de forte intensité, ont contribué à diminuer la production des cultures primaires.¹⁰⁹

L'Océanie devrait connaître le taux de réduction annuel de la production céréalière le plus important au monde, avec une baisse de 31,1 % en 2023 par rapport à 2022, bien que cela reflète en grande partie un retour à des conditions proches de la moyenne après une production exceptionnellement élevée en 2022, avec 2023 seulement légèrement en dessous de 5. moyennes sur plusieurs années.¹¹⁰

En septembre, la tempête Daniel a provoqué de fortes pluies sur la côte et le nord-est de la Libye, inondant près de 3 000 hectares de terres cultivées, en particulier dans les régions d'Almarj et de Derna.

Celles-ci constituent les principales zones de terres cultivées dans la partie orientale du pays et les principales sources de revenus. L'effondrement des barrages à Derna a affecté le système d'irrigation et les inondations ont touché de nombreux maillons de la chaîne de valeur agroalimentaire, endommageant les routes, le stockage des céréales et l'ensemble des circuits de commercialisation. Selon le Système mondial d'information et d'alerte précoce (SMIAR) de la FAO, la Libye était déjà en situation de crise alimentaire et avait besoin d'une aide extérieure en juillet 2023, avant les inondations.¹¹¹

DÉPLACEMENT

Partout dans le monde, des millions de personnes, notamment des personnes déplacées, des réfugiés et des migrants, sont en déplacement ou ont été contraintes de fuir leurs foyers et leurs communautés en raison de catastrophes exacerbées par les stress et les chocs climatiques. Les aléas météorologiques ont continué de déclencher de nouveaux déplacements prolongés et secondaires en 2023 et ont accru la vulnérabilité de nombreuses personnes déjà déracinées par des situations complexes et multicausales de conflit et de violence.

Ces tendances indiquent clairement à quel point la vulnérabilité aux chocs et aux stress climatiques mine la résilience et crée de nouveaux risques en matière de protection, qui menacent la réalisation des ODD.

On estime que 3,4 millions de réfugiés et de personnes déplacées internes (PDI) en Syrie, au Liban, en Jordanie, en Irak et en Égypte avaient besoin d'une assistance cruciale pour faire face aux conditions hivernales extrêmes en 2023.¹¹² Dans le nord-ouest de la Syrie, des tempêtes de neige et des inondations ont déclenché des déplacements entre janvier et mars, dont beaucoup étaient des mouvements répétés de personnes déjà déplacées par le conflit de longue durée dans le pays. De même, au Yémen, de fortes pluies ont frappé le pays en avril. Certains sites de personnes déplacées dans le gouvernorat de Marib ont été endommagés, faisant des dizaines de morts et de blessés.¹¹³

De nombreux migrants entrant en Somalie se sont retrouvés bloqués en juin et juillet 2023, principalement dans la ville de Bossaso, le principal point de passage côtier vers le Yémen, alors qu'ils attendaient des conditions météorologiques plus favorables pour traverser le golfe d'Aden. À Hargeisa, un groupe de migrants en transition a souffert d'une chaleur extrême et certains sont morts de déshydratation.¹¹⁴

Outre les nouveaux déplacements provoqués par les catastrophes à fort impact en 2023, nombreux sont ceux qui subissent encore les effets prolongés des déplacements liés au climat qui ont eu lieu les années précédentes. Au Pakistan, les inondations de la mousson de 2022, qui ont déclenché la plus grande catastrophe de déplacement depuis une décennie, ont continué d'avoir des impacts durables en 2023. Les communautés déplacées étaient encore en train de se rétablir lorsque de fortes pluies ont frappé certains districts en juin 2023, provoquant des maladies d'origine hydrique et à transmission vectorielle.¹¹⁵

Les déplacements dans le contexte du changement climatique et de la dégradation de l'environnement sont souvent multicausaux. La plupart des gens se déplacent en raison d'une combinaison de facteurs sociaux, politiques, économiques, environnementaux et démographiques, qui sont tous et seront tous affectés par le changement climatique et environnemental. Rien qu'en Somalie, quelque 531 000 déplacements ont été enregistrés en raison de la sécheresse en cours en 2023, en plus des 653 000 déplacements principalement causés par le conflit.¹¹⁶ Les inondations qui ont suivi pendant la saison des pluies d'octobre à décembre ont touché plus de 2,4 millions de personnes, déplaçant plus d'un million de personnes.¹¹⁷ Les estimations de déplacements provoquées par la tempête Daniel indiquent que près de 45 000 personnes ont été déplacées dans le nord-est de la Libye.¹¹⁸

En outre, un nombre important de migrants vivaient dans une zone de basse altitude adjacente à la vallée, ce qui suscite des inquiétudes quant au fait que les inondations pourraient avoir détruit bon nombre de leurs colonies, entraînant d'importantes pertes en vies humaines.¹¹⁹

Les chocs et stress liés au climat dans les contextes de migration et de déplacement affectent les moyens de subsistance des personnes, ce qui renforce la pauvreté (ODD 1) et la faim (ODD 2), constitue une menace directe pour leur vie et leur bien-être (ODD 3), creuse les écarts d'inégalité (ODD 10), limiter l'accès à une éducation de qualité (ODD 4), à l'eau et à l'assainissement (ODD 6) ainsi qu'à une énergie propre (ODD 7). Les femmes et les filles sont parmi les plus touchées (ODD 5) en raison des inégalités de genre et socio-économiques préexistantes qui aggravent leurs vulnérabilités.¹²⁰

Afin de mieux se préparer à ces contextes, les gouvernements, les communautés, la société civile et l'ONU s'engagent à tous les niveaux pour renforcer la résilience climatique et la réduction efficace des risques de catastrophe.

Une priorité majeure est le niveau communautaire, où les efforts de préparation, y compris les systèmes d'alerte précoce et la préparation aux situations d'urgence, s'accroissent.¹²¹ Avec 126 pays en possession de stratégies de gestion des risques de catastrophe et un total de 99 pays déclarant avoir des gouvernements locaux dotés de stratégies de réduction des risques de catastrophe, l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies locales de réduction des risques de catastrophe se sont multipliées depuis l'adoption du Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe en 2015.¹²²

L'un des éléments essentiels pour réduire l'impact des catastrophes est de disposer de systèmes d'alerte précoce multirisques efficaces et de disposer de systèmes efficaces pour générer des informations sur les risques de catastrophe, créer des alertes précoces et les diffuser, ainsi que d'avoir des plans pour agir sur les avertissements. En 2023, 102 pays ont déclaré avoir mis en place des systèmes d'alerte précoce multirisques, soit plus de la moitié des pays du monde. L'initiative Alertes précoces pour tous a été lancée par le Secrétaire général de l'ONU en mars 2022 dans le but de garantir que toute personne sur Terre soit protégée des événements météorologiques, aquatiques ou climatiques dangereux grâce à des systèmes d'alerte précoce qui peuvent sauver des vies d'ici la fin de 2027.

L'état du financement climatique

Initiative de politique climatique

En 2021/2022, les flux climatiques mondiaux ont atteint près de 1 300 milliards de dollars, soit presque le double par rapport aux niveaux de 2019/2020. Cette augmentation s'explique principalement par une accélération significative du financement de l'atténuation, en hausse de 439 milliards USD par rapport à 2019/2020. Le reste de la croissance observée en 2021/2022 provient d'améliorations méthodologiques et de sources de données supplémentaires utilisées dans le [paysage mondial de la finance climatique](#). Malgré cette dynamique croissante du financement climatique, les flux suivis ne représentent qu'environ 1 % du PIB mondial.

La comparaison des flux financiers climatiques suivis et des besoins estimés en matière de financement climatique révèle un important déficit de financement. Dans un scénario moyen², pour une trajectoire de 1,5°C, les investissements annuels en matière de financement climatique doivent être multipliés par plus de six, pour atteindre près de 9 000 milliards de dollars d'ici 2030 et 10 000 milliards de dollars supplémentaires jusqu'en 2050.

Malgré l'important déficit de financement, le coût de l'inaction³ est encore plus élevé. Sur la période 2025-2100, le coût total de l'inaction est estimé à 1 266 000 milliards de dollars ; c'est-à-dire la différence entre les pertes dans un scénario de statu quo⁴ et celles subies dans le cadre d'une trajectoire de 1,5°C. Ce chiffre est cependant probablement une sous-estimation considérable du véritable coût de l'inaction, dans la mesure où il ne prend pas en compte les pertes subies par la nature et la biodiversité, ni celles induites par les conflits et les migrations, entre autres. En effet, le coût de l'inaction ne fera qu'augmenter si les mesures d'atténuation et d'adaptation sont insuffisantes.

La ventilation des flux financiers mondiaux pour le climat révèle que la croissance n'est ni suffisante ni cohérente entre les secteurs et les régions. La croissance du financement climatique mondial en 2021/2022 découle en grande partie d'augmentations significatives des investissements dans les énergies propres dans seulement une poignée de zones géographiques ; La Chine, les États-Unis, l'Europe, le Brésil, le Japon et l'Inde ont reçu ensemble 90 % de l'augmentation des fonds. D'autres régions, dont de nombreux pays vulnérables au climat, et d'autres secteurs importants –par exemple l'agriculture et l'industrie –sont laissés pour compte, recevant peu de financements, disproportionnellement faibles compte tenu de leur important potentiel d'atténuation. En outre, les technologies émergentes d'atténuation, notamment le stockage par batterie et l'hydrogène, commencent seulement à attirer des financements privés et n'ont pas encore été développées à grande échelle.

Il est particulièrement préoccupant que le financement de l'adaptation reste à la traîne. Bien que le financement de l'adaptation ait atteint un niveau record de 63 milliards de dollars en 2021/2022, le déficit mondial de financement de l'adaptation se creuse, bien en deçà des 212 milliards de dollars par an estimés nécessaires jusqu'en 2030 dans les seuls pays en développement. Le financement de l'adaptation suivi reste dominé par les acteurs publics (98 %), tandis que les difficultés de suivi continuent d'empêcher une image claire de l'adaptation.

¹ L'IPC indique une moyenne biennale pour atténuer les fluctuations des données (annuelles).

² Les besoins de financement climatique sont estimés sous la forme d'une fourchette comprenant une limite inférieure, une limite supérieure et des besoins moyens, sur la base d'investissements directs dans des actifs physiques spécifiques au climat et à l'exclusion du financement incessant des combustibles fossiles lié à la transition.

³ Non-respect d'une trajectoire de 1,5°C ; pour plus de détails, voir CPI, 2024. Le coût de l'inaction. Disponible sur : <https://www.climatepolicyinitiative.org/the-cost-of-inaction/#:~:text=CPI's%20estimate%20of%20USD%201%2C266,%2C%20r%C3%A9chauffement%20sc%C3%A9narios%2C%20et%20p%C3%A9riodes>

⁴ Equivalent à une trajectoire 3°C.

l'action du secteur privé. La majorité des financements d'adaptation sont destinés au secteur de l'eau et des eaux usées, reflétant les efforts visant à renforcer la résilience au stress hydrique, tandis que d'autres secteurs dotés d'un large potentiel d'adaptation –par exemple l'agriculture –continuent de ne recevoir qu'un financement minimal. Il est impératif d'intégrer l'adaptation et la résilience dans les trajectoires de développement, en particulier dans les pays en développement très vulnérables.

À l'avenir, tous les acteurs doivent œuvrer de toute urgence pour accroître la quantité et la qualité du financement climatique. Les principales priorités pour garantir un financement climatique plus important et de meilleure qualité comprennent : la transformation du système financier en mettant l'accent sur le financement concessionnel et la réduction des risques ; relier les besoins en matière de climat et de développement, en exploitant les synergies pour générer des avantages conjoints pour les personnes et la nature ; mobiliser les capitaux nationaux, en mettant l'accent sur des politiques et des cadres réglementaires favorables ; et améliorer la disponibilité et l'accessibilité de données granulaires de qualité pour mesurer et gérer les progrès.

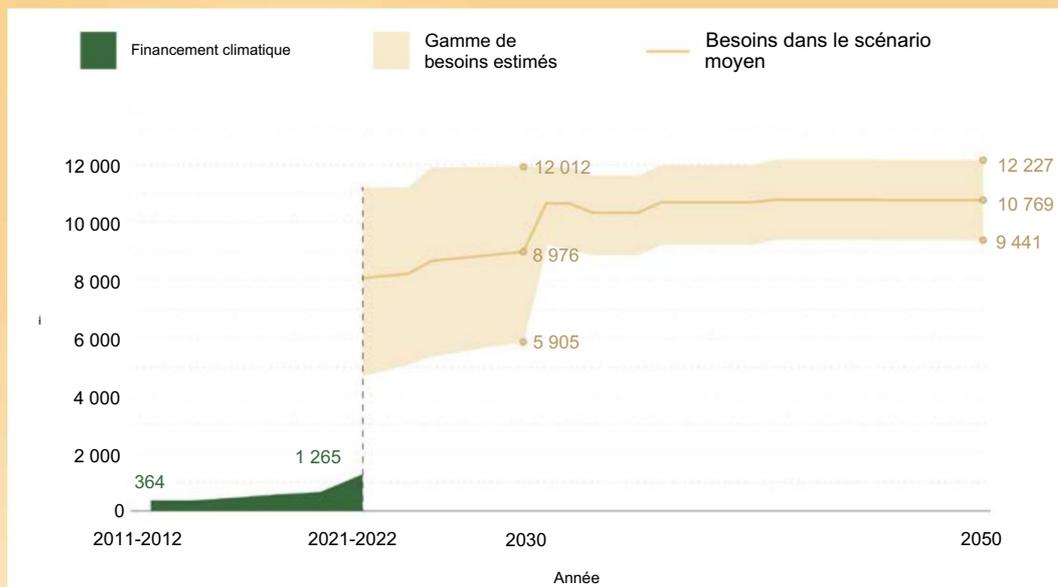


Figure 26. Suivi mondial du financement climatique et besoins annuels moyens estimés jusqu'en 2050.

Source : Initiative sur la politique climatique

Ensembles de données et méthodes

DONNÉES SUR LES GAZ À EFFET DE SERRE

Les concentrations estimées à partir de 1750 sont utilisées pour représenter les conditions préindustrielles. Les calculs supposent une fraction molaire préindustrielle de 278,3 ppm pour le CO₂, 729,2 ppb pour le CH₄ et 270,1 ppb pour le N₂O.

Centre mondial de données sur les gaz à effet de serre exploité par l'Agence météorologique japonaise <https://gaw.kishou.go.jp/>.

Organisation météorologique mondiale (OMM). [Bulletin de l'OMM sur les gaz à effet de serre –N° 19 : L'état des gaz à effet de serre dans l'atmosphère d'après les observations mondiales jusqu'en 2022](#). Genève, 2023.

DONNÉES SUR LES TEMPÉRATURES MONDIALES

SÉRIE DE TEMPÉRATURE MOYENNE MONDIALE

La méthode de calcul des anomalies de température moyenne mondiale par rapport à une référence de 1850 à 1900 est basée sur l'évaluation du changement à long terme et de son incertitude réalisée par le groupe de travail I dans sa contribution au sixième rapport d'évaluation du GIEC (GIEC AR6 WG I). En 2021, le groupe de travail I AR6 du GIEC a évalué les changements entre 1850 et 1900 vers d'autres périodes sur la base d'une moyenne de quatre ensembles de données – HadCRUT5, Berkeley Earth, NOAA Interim et Kadow et al. (2020) –qui commencent en 1850 et s'achèvent globalement ou quasiment mondialement dans la période moderne.

Afin d'inclure des ensembles de données plus courts, qui peuvent aider à mieux comprendre les changements récents de température, dans le présent rapport, l'estimation faite par le GIEC pour le changement de température entre 1850-1900 et 1981-2010 est combinée avec les changements estimés entre 1981-2010 et le année en cours à partir de six ensembles de données pour calculer les anomalies pour 2023 par rapport à 1850-1900. Il existe une bonne concordance entre les ensembles de données sur les changements survenus entre 1981 et 2010 jusqu'à aujourd'hui, car il s'agit d'une période avec une bonne couverture observationnelle.

L'incertitude supplémentaire liée à la répartition des ensembles de données est combinée à celle de l'estimation du GIEC de l'incertitude sur le changement entre 1850-1900 et 1981-2010. Les anomalies de température moyenne mondiale ont été calculées par rapport à une référence de 1850 à 1900 en suivant les étapes suivantes à partir de séries chronologiques de températures moyennes mensuelles mondiales pour chaque ensemble de données :

1. Pour chaque ensemble de données, les anomalies ont été calculées par rapport à la moyenne 1981-2010 en soustrayant la moyenne pour la période 1981-2010 pour chaque mois séparément.
2. Une anomalie moyenne annuelle a été calculée à partir des anomalies moyennes mensuelles.
3. La quantité de 0,69 °C a été ajoutée à chaque série, sur la base de la différence estimée entre 1850-1900 et 1981-2010, calculée à l'aide de la méthode du GIEC AR6 WG I (voir la légende de la figure 1.12 dans ce rapport).
4. La moyenne et l'écart type des estimations ont été calculés.
5. L'incertitude de l'estimation du GIEC a été combinée avec l'écart type, en supposant que les deux sont indépendants et que la plage d'incertitude du GIEC (0,54 °C à 0,79 °C) est représentative d'une plage de confiance de 90 % (1,645 écarts types).

Le chiffre cité dans ce rapport pour 2023 ($1,45 \pm 0,12$ °C) a été calculé de cette manière, 1,45 °C étant la moyenne des sept estimations et 0,03 °C l'écart type.

CARTES ANNUELLES DE TEMPÉRATURE

Pour la carte des anomalies de température pour 2023, une médiane de six ensembles de données a été utilisée, regroupées sur la grille spatiale des ensembles de données de plus basse résolution (NOAAGlobalTemp et HadCRUT5), qui sont présentées sur une grille de 5° de latitude par 5° de longitude. La médiane est utilisée de préférence à la moyenne pour minimiser l'effet des valeurs aberrantes potentielles dans les cellules individuelles de la grille. La moitié de la plage des ensembles de données fournit une indication de l'incertitude. L'écart entre les ensembles de données est plus important aux hautes latitudes et en Afrique centrale, deux régions où la couverture des données est clairsemée.

ANOMALIES DE TEMPÉRATURE MOYENNE MONDIALE POUR 2023 PAR RAPPORT À D'AUTRES PÉRIODES

Ce tableau présente les anomalies de température moyenne mondiale pour des ensembles de données individuels pour 2023 par rapport à quatre références différentes. L'incertitude indiquée pour les trois références modernes (1981-2010, 1991-2020 et 1961-1990) correspond aux écarts types des estimations disponibles multipliés par 1,645 pour représenter la plage d'incertitude de 90 %.

Période	1850-1900	1981-2010	1991-2020	1961-1990	
AvaitCRUT5	1,44	0,75	0,56	1,09	
NOAA GlobalTemp	1,43	0,75	0,55	1,05	
GISTEMP	1,44	0,75	0,56	1,07	
Terre de Berkeley	1,45	0,75	0,57	1,12	
IRE5	1,48	0,79	0,60	1,12	
JRA-55	1,43	0,74	0,56	1,09	
Moyenne de six ensembles de données	1,45±0,12	0,76±0,03	0,57±0,03	1,09±0,04	

Les six ensembles de données suivants ont été utilisés, dont quatre ensembles de données traditionnels :

HadCRUT.5.0.1.0 : Morice, CP ; Kennedy, JJ ; Rayner, NA et coll. Une évaluation mise à jour du changement de température près de la surface à partir de 1850 : l'ensemble de données HadCRUT5. Journal de recherche géophysique : Atmosphères 2021, 126, e2019JD032361. <https://doi.org/10.1029/2019JD032361>. Les données HadCRUT.5.0.2.0 ont été obtenues à partir de <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5> le 17 janvier 2024 et sont © British Crown Copyright, Met Office 2024, fournis sous une licence gouvernementale ouverte, <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/>.

NOAA par intérim : Vose, RS ; Huang, B. ; Yin, X. et coll. Mise en œuvre d'une couverture spatiale complète dans l'analyse de la température mondiale de la NOAA. Lettres de recherche géophysique 2021, 48, e2020GL090873. <https://doi.org/10.1029/2020GL090873>.

GISTEMP v4 : Équipe GISTEMP, 2022 : Analyse de la température de surface GISS (GISTEMP), version 4. Institut Goddard d'études spatiales de la NASA, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>. Lenssen, N. ; Schmidt, G. ; Hansen, J. et al. Améliorations du modèle d'incertitude GISTEMP. Journal de recherche géophysique : Atmosphères 2019, 124, 6307-6326. <https://doi.org/10.1029/2018JD029522>.

Terre de Berkeley : Rohde, RA ; Hausfather, Z. La température terrestre et océanique de la Terre de Berkeley Enregistrer. Données scientifiques du système terrestre 2020, 12, 3469-3479. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3469-2020>.

Et deux réanalyses :

JRA-55 : Kobayashi, S. ; Ota, Y. ; Harada, Y. et al. La réanalyse du JRA-55 : spécifications générales et Caractéristiques de base. Journal de la Société météorologique du Japon. Ser. II 2015, 93, 5-48. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2015-001>.

ERA5 : Hersbach, H. ; Cloche, B. ; Berrisford, P. et coll. Données mensuelles moyennes ERA5 sur des niveaux uniques de 1940 à aujourd'hui ; Service Copernicus sur le changement climatique (C3S), Banque de données climatiques (CDS), 2023. <https://doi.org/10.24381/cds.f17050d7>.

Le GIEC a utilisé un ensemble de données supplémentaires. La combinaison des six ensembles de données utilisés dans ce rapport avec Kadow réduit la moyenne mondiale estimée pour 2023 de 0,01 °C et augmente la plage d'incertitude d'un montant similaire :

Kadow et coll. : Kadow, C. ; Salle, DM ; Ulbrich, U. L'intelligence artificielle reconstruit les disparus Informations climatiques. Nature Géoscience 2020 13, 408-413. <https://doi.org/10.1038/s41561-020-0582-5>.

Une nouvelle réanalyse produite par JRA-3Q est désormais également disponible. JRA-55 a été utilisé dans ce rapport par souci de cohérence avec la déclaration provisoire publiée en décembre 2023. À titre de comparaison, les valeurs pour 2023 sont présentées par rapport aux quatre références pour JRA-3Q et JRA-55 dans le tableau suivant. Notez que le remplacement de JRA-55 par JRA-3Q dans la moyenne des six ensembles de données a un effet négligeable sur la température moyenne mondiale pour 2023.

Période	1850-1900	1981-2010	1991-2020	1961-1990	
JRA-3Q	1,47	0,78	0,58	1,11	
JRA-55	1,43	0,74	0,56	1,07	
Moyenne de six ensembles de données utilisant JRA-3Q	1,45±0,12	0,76±0,03	0,57±0,03	1,09±0,04	

DONNÉES SUR LES TEMPÉRATURES DE LA TERRE ET DE LA SURFACE DE LA MER

L'évaluation de la température des terres est basée sur trois ensembles de données :

CRUTEM.5.0.2.0 : Osborn, TJ ; Jones, PD ; Lister, DH et coll. Température de l'air à la surface du sol Variations à travers le monde Mise à jour jusqu'en 2019 : l'ensemble de données CRUTEM5. Journal de recherche géophysique : Atmosphères 2021, 126 (2), e2019JD032352. <https://doi.org/10.1029/2019JD032352>.

Les données CRUTEM.5.0.2.0 ont été obtenues à partir de <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/crutem5> le 17 janvier 2024 et sont © British Crown Copyright, Met Office 2024, fournis sous une licence gouvernementale ouverte, <http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/licence-gouvernementale-ouverte/version/3/>.

GHCNv4 : Menne, MJ ; Gleason, ÉTRE ; Lawrimore, J. et coll. Réseau mondial de climatologie historique – Température mensuelle [moyenne mondiale]. Centres nationaux d'information environnementale de la NOAA, 1917. <https://doi.org/10.7289/V5XW4GTH>.

Terre de Berkeley : Rohde, RA ; Hausfather, Z. La température terrestre et océanique de la Terre de Berkeley Enregistrer. Données scientifiques du système terrestre 2020, 12, 3469-3479. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3469-2020>.

L'évaluation de la température de surface de la mer est basée sur deux ensembles de données :

HadSST.4.0.1.0 : Kennedy, JJ ; Rayner, Caroline du Nord ; Atkinson, CP et coll. Un ensemble de données sur la mer
Changement de température de surface à partir de 1850 : ensemble de données du Met Office Hadley Center
HadSST.4.0.0.0. Journal de recherche géophysique : Atmosphères 2019, 124 (14), 7719-7763. [https://
est ce que je.org/10.1029/2018JD029867](https://est.ce.je.org/10.1029/2018JD029867).

Les données HadSST.4.0.1.0 ont été obtenues à partir de <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadsst4> le 17 janvier
2024 et sont © British Crown Copyright, Met Office 2024, fournis sous une licence gouvernementale
ouverte, [http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/
version/3/](http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/).

ERSSTv5 : Huang B. ; Thorne WP ; Banzon VF et al. Surface de la mer reconstruite étendue par la NOAA
Température (ERSST), version 5. [Moyenne globale]. Centres nationaux d'information environnementale de la NOAA.
<https://doi.org/10.7289/V5T72FNM>.

DONNÉES SUR LE CONTENU THERMIQUE DES OCÉANS

La moyenne d'ensemble est une mise à jour du résultat d'un effort international concerté¹²³, et tous les produits utilisés sont
référéncés ici. Notez que les valeurs globales du contenu thermique des océans sont données pour la superficie de l'océan
comprise entre 60°S et 60°N et limitées aux zones de profondeur supérieure à 300 m dans chaque produit. La valeur pour 2022
est basée sur un sous-ensemble de produits pour lesquels des mises à jour sont disponibles. Une référence de 2005 à 2021 est
utilisée pour la série chronologique du contenu thermique des océans (Figure 4), car une couverture quasi mondiale est disponible
pendant cette période grâce au réseau de flotteurs souterrains Argo.

La valeur 2023 est basée sur l'estimation de Minière et al. (2023) et Cheng et al. (2017, voir ci-dessous) :

Minière, A. ; von Schuckmann, K. ; Salle, J.-B. et coll. Accélération robuste du chauffage du système terrestre
Observé au cours des six dernières décennies. Sci Rep 2023, 13 (1), 22975. [https://doi.org/10.1038/
s41598-023-49353-1](https://doi.org/10.1038/s41598-023-49353-1).

DONNÉES UTILISÉES JUSQU'À 2022 :

Cheng, L. ; Trenberth, KE; Fasullo, J. et coll. Estimations améliorées du contenu thermique des océans de 1960 à
2015. Avancées scientifiques 2017, 3, e1601545. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601545>.

Gaillard, F. ; Reynaud, T. ; Thierry, V. et al. Réanalyse in situ de la température mondiale des océans
et Salinité avec ISAS : Variabilité du contenu thermique et de la hauteur stérique. Journal du climat 2016, 29,
1305-1323. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0028.1>.

Ishii, M. ; Fukuda, Y. ; Hirahara, S. et al. Précision de l'estimation du contenu thermique mondial de la couche supérieure de
l'océan attendue à partir des ensembles de données d'observation actuels. SOLA 2017, 13, 163-167. [https://doi.
org/10.2151/sola.2017-030](https://doi.org/10.2151/sola.2017-030).

Kuusela, M. ; Giglio, D. Anomalies mondiales du contenu thermique des océans basées sur Argo Data (2.0.0). Zénodo
2023. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7562281>.

Lévitius, S. ; Antonov, JI; Boyer, TP et coll. Contenu thermique des océans mondiaux et changement thermostérique du niveau
de la mer (0-2 000 m) 1955-2010. Lettres de recherche géophysique 2012, 39, L10603. [https://
est ce que je.org/10.1029/2012GL051106](https://est.ce.je.org/10.1029/2012GL051106).

Lyman, JM; Johnson, GC Estimation des changements dans le contenu thermique des océans mondiaux dans les 1 800 m
supérieurs depuis 1950 et l'influence du choix climatologique. Journal du climat 2014, 27, 1945–
1957. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00752.1>.

von Schuckmann, K. ; Le Traon, P.-Y. Dans quelle mesure pouvons-nous dériver des indicateurs océaniques mondiaux à partir
des données Argo ? Sciences océaniques 2011, 7, 783-791. <https://doi.org/10.5194/os-7-783-2011>.
Données disponibles sur : <https://marine.copernicus.eu/access-data/ocean-monitoring-indicators>.

DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES UTILISÉES POUR 2021 :

- Desbruyères, DG; Purkey, SG; McDonagh, EL et coll. Réchauffement des océans profonds et abyssaux à partir de 35 Des années d'hydrographie répétée. *Lettres de recherche géophysique* 2016, 43, 310-356. <https://est.ce.que.je.org/10.1002/2016GL070413>.
- Desbruyères, D. ; McDonagh, EL; King, BA et coll. Tendances de la température océanique mondiale et en profondeur au début du XXI^e siècle à partir d'Argo et de l'hydrographie répétée. *Journal du climat* 2017, 30, 1985-1997. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0396.1>.
- Bon, SA ; Martin, MJ; Rayner, NA EN4 : Profils de température et de salinité des océans de qualité contrôlée et analyses objectives mensuelles avec estimations d'incertitude. *Journal de recherche géophysique : Océans* 2013, 118, 6704-6716. <https://doi.org/10.1002/2013JC009067>.
- Hosoda, S. ; Ohira, T. ; Nakamura, T. Un ensemble de données mensuelles moyennes sur la température océanique mondiale et salinité dérivée des observations du flotteur Argo. *Rapport JAMSTEC de recherche et développement* 2008, 8, 47-59. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jamstecr/8/0/8_0_47/_article.
- Kuusela M. ; Stein, ML Interpolation spatio-temporelle localement stationnaire du flotteur de profilage Argo Données. *Actes de la Royal Society A* 2018, 474, 20180400. <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.2018.0400>.
- Li, H. ; Xu, F. ; Zhou, W. et coll. Développement d'un ensemble de données Argo global en grille avec corrections successives de Barnes. *Journal of Geophysical Research : Océans* 2017, 122, 866-889, <https://doi.org/10.1002/2016JC012285>.
- Roemmich, D. ; Gilson, J. Le cycle moyen et annuel 2004-2008 de température, de salinité et de stérique Hauteur dans l'océan mondial du programme Argo. *Progrès en océanographie* 2009, 82, 81-100. <https://doi.org/10.1016/j.poccean.2009.03.004>.
- Roemmich, D. ; Église, J. ; Gilson, J. et coll. Le réchauffement planétaire incessant et sa structure océanique Depuis 2006. *Nature Climate Change* 2015, 5, 240. <https://doi.org/10.1038/nclimate2513>.

DE PLUS, DONNÉES UTILISÉES JUSQU'À 2020 :

- Église, JA ; Blanc, New Jersey ; Konikow, LF et al. Revisiter le niveau de la mer et les bilans énergétiques de la Terre de 1961 à 2008. *Geophysical Research Letters* 2011, 38. <https://doi.org/10.1029/2011GL048794>.
- Domingues, CM; Église, JA ; White, New Jersey et coll. De meilleures estimations du réchauffement des couches supérieures de l'océan et l'élévation du niveau de la mer sur plusieurs décennies. *Nature* 2008, 453, 1090-1093. <https://doi.org/10.1038/nature07080>.
- Li, Y. ; Église, JA ; McDougall, TJ et coll. Sensibilité des estimations de l'océan basées sur l'observation Contenu thermique et dilatation thermique dans les schémas d'interpolation verticale. *Lettres de recherche géophysique* 2022, 49, e2022G. <https://doi.org/10.1029/2022GL101079>.
- Wijffels, S. ; Roemmich, D. ; Monselesan, D., et al. Les températures océaniques font la chronique de ce qui se passe en cours Réchauffement de la Terre. *Nature Changement climatique* 2016, 6, 116-118. <https://doi.org/10.1038/nclimate2924>.

DONNÉES AU NIVEAU DE LA MER

GMSL du CNES/Aviso+ <https://www.aviso.altimetry.fr/en/data/products/ocean-indicators-products/mean-sea-level/data-acces.html#c12195>

Service Copernicus sur le changement climatique (C3S), 2018 : Données maillées quotidiennes sur le niveau de la mer provenant de satellites Observations de l'océan mondial de 1993 à aujourd'hui. *Magasin de données climatiques C3S (CDS)*, <https://doi.org/10.24381/cds.4c328c78>.

DONNÉES SUR LA CANICULE ET LE FROID MARIN

Les MHW sont classés comme modérés lorsque la température de la surface de la mer (SST) est supérieure au quatre-vingt-dixième percentile de la distribution climatologique pendant cinq jours ou plus ; les catégories suivantes sont définies par rapport à la différence entre la SST et la moyenne de distribution climatologique :

forte, grave ou extrême, si cette différence est respectivement supérieure à deux, trois ou quatre fois la différence entre le quatre-vingt-dixième centile et la moyenne de la distribution climatologique (Hobday et al., 2018). Les catégories MCS sont analogues mais comptent les jours en dessous du dixième percentile, à l'exception de la catégorie « glace ». Cette catégorie est attribuée à tout MCS lorsque le seuil d'occurrence un jour donné de l'événement est inférieur à $-1,7^{\circ}\text{C}$ (Schlegel et al., 2021). Il s'agit donc de conditions liées à la glace de mer et non à des fluctuations extrêmes de température.

La référence utilisée pour les MHW et les MCS est la période 1982-2011, décalée d'un an par rapport à la période 1982-2011. période normale standard de 1981 à 2010, car la première année complète de la série SST par satellite sur laquelle elle est basée sur 1982. Cette période n'a pas été mise à jour vers la période normale standard actuelle de 1991 à 2020 car le déplacement de la référence a un effet significatif sur les résultats et ne permettrait pas de comparer les statistiques MHW/MCS avec les versions précédentes de ce rapport.

Tous les MHW et MCS sont détectés à l'aide de l'ensemble de données quotidiennes Optimum Interpolation Sea-Surface Temperature (OISST) v2.1 de la NOAA (Huang et al. 2021).

Hobday, AJ ; Alexandre, LV ; Perkins, SE et coll. Une approche hiérarchique pour définir les vagues de chaleur marines.

Progress in oceanography 2016, 141, 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.ocean.2015.12.014>.

Hobday, AJ ; Oliver, CJCE ; Sen Gupta, A. et al. Catégoriser et nommer les vagues de chaleur marines.

Océanographie 2018, 31 (2), 1–13. <https://www.jstor.org/stable/26542662>.

Huang, B. ; Liu, C. ; Banzon, V. et coll. Améliorations de la surface de la mer par interpolation optimale quotidienne

Température (DOISST) Version 2.1. Journal du climat 2021, 34 (8), 2923-2939. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0166.1>.

Schlegel, RW; Darmaraki, S. ; Benthuysen, JA et al. Les grands froids marins. Progress in oceanography

2021, 198, 102684. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102684>.

DONNÉES SUR LES PLAQUES DE GLACE

Mankoff, KD; Fettweis, X. ; Langen, PL et al. Bilan massique de la calotte glaciaire du Groenland de 1840 à

La semaine prochaine. Données scientifiques du système terrestre 2021, 13 (10), 5001-5025. <https://doi.org/10.5194/essd-13-5001-2021>.

Les séries chronologiques de masse de glace gravimétrique (GRACE) pour les calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique sont calculées à l'aide des harmoniques sphériques du JPL RL06v1, d'après Velicogna et al (2020). Les termes du géocentre de degré 1 sont calculés à l'aide de Sutterley et Velicogna (2019), à l'aide des coefficients C2.0 et C3.0 de Loomis et al (2020). Les données GRACE/GRACE-FO sont corrigées pour tenir compte de la tendance à long terme de l'ajustement isostatique glaciaire (GIA) à partir de la terre solide à l'aide du modèle régional IJ05 R2 GIA (Ivins et al., 2013) sur l'Antarctique et le modèle régional Simpson et al. (2009)

Modèle GIA sur le Groenland. Ces modèles GIA régionaux n'incluent pas de signal GIA réaliste en dehors des calottes glaciaires. Pour cette raison, en dehors du Groenland et de l'Antarctique, les corrections du GIA sont basées sur Gerou et al. (2013) avec l'histoire des glaces ICE6G (Peltier et al., 2015).

- Geruo A. ; Wahr, J. ; Zhong, S. Calculs de la réponse viscoélastique d'un compressible 3D
Chargement de la Terre à la surface : une application à l'ajustement isostatique des glaciers en Antarctique et au Canada. *Journal géophysique international* 2013, 192 (2), 557-572. <https://doi.org/10.1093/gji/ggs030>.
- Ivins, ER ; James, TS ; Wahr, J. et coll. Contribution de l'Antarctique à l'élévation du niveau de la mer observée par GRACE avec correction GIA améliorée. *Journal de recherche géophysique : Solid Earth* 2013, 118, 3126-3141. <https://doi.org/10.1002/jgrb.50208>.
- Loomis, BD; Rachlin, KE ; Luthcke, SB L'amélioration du taux d'aplatissement de la Terre révèle une augmentation des pertes de calotte glaciaire et une élévation du niveau de la mer provoquée par la masse. *Lettres de recherche géophysique* 2019, 46, 6910–6917. <https://doi.org/10.1029/2019GL082929>.
- Peltier, WR; Argus, DF; Drummond, R. La géodésie spatiale contraint la déglaciation terminale de la période glaciaire : le modèle mondial ICE-6G_C (VM5a). *Journal de recherche géophysique : Solid Earth* 2015, 120 (1), 450-487. <https://doi.org/10.1002/2014JB011176>.
- Simpson, MJ ; Milne, Géorgie ; Huybrechts, P. et coll. Calibrage d'un modèle glaciologique de la calotte glaciaire du Groenland depuis le dernier maximum glaciaire jusqu'à nos jours à l'aide d'observations sur le terrain du niveau relatif de la mer et de l'étendue de la glace. *Revue scientifique du Quaternaire* 2009, 28 (17), 1631-1657. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.03.004>.
- Sutterley, TC ; Velicogna, I. Estimations améliorées de la variabilité du géocentre à partir des résultats des modèles de gravité et d'océan variables dans le temps. *Téledétection* 2019, 11 (18), 2108. <https://doi.org/10.3390/rs11182108>.
- Velicogna I. ; Mohajerani Y. ; A, G. et coll. Continuité de la perte de masse de la calotte glaciaire au Groenland et Antarctique des missions de suivi GRACE et GRACE, *Geophysical Research Letters* 2020, 47, e2020GL087291. <https://doi.org/10.1029/2020GL087291>.

DONNÉES GLACIERS

Les informations sur la surveillance mondiale des glaciers sont fournies par le World Glacier Monitoring Service :

Service mondial de surveillance des glaciers (WGMS). Base de données sur les fluctuations des glaciers, World Glacier Service de surveillance (WGMS) 2024. Zurich, Suisse. <https://doi.org/10.5904/wgms-brouillard-2024-01>.

DONNÉES SUR LES GLACES DE MER

Les données proviennent de l'EUMETSAT OSI SAF Sea-Ice Index v2.2 (OSI-SAF, basé sur Lavergne et al., 2019 –<https://osisaf-hl.met.no/v2p2-sea-ice-index>) et l'indice Sea-Ice v3 du National Snow and Ice Data Center (NSIDC) (Fetterer et al., 2017). Les concentrations de glace de mer sont estimées à partir des radiances micro-ondes mesurées par satellite. L'étendue est la zone des cellules de la grille océanique où la concentration de glace de mer dépasse 15 %. Il existe de légères différences en termes d'étendue absolue entre les ensembles de données, mais elles concordent bien sur les changements et les tendances d'une année à l'autre. Dans le texte principal du rapport, les valeurs NSIDC sont indiquées pour les étendues absolues et les classements.

Les chiffres de comparaison pour OSI SAF sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Métrique	NSIDC	SAF OSI
Minimum quotidien dans l'Arctique de	4,23 millions de km ² , le 19 septembre Sixième plus bas jamais enregistré	4,71 millions de km ² , 16 septembre Sixième plus bas jamais enregistré
Minimum quotidien dans l'Arctique de	4,62 millions de km ² , le 6 mars Cinquième plus bas jamais enregistré	14,64 millions de km ² , 3 mars
Minimum quotidien dans l'Arctique de	1,79 million de km ² , 21 février Le plus bas jamais enregistré	2,0 millions de km ² , 16 février Le plus bas jamais enregistré
Minimum quotidien dans l'Arctique	16,96 millions de km ² , 10 septembre Le plus bas jamais enregistré	17,6 millions de km ² , 12 septembre Le plus bas jamais enregistré

Indice de glace de mer OSI SAF à partir de 1978, version 2.2 (2023), OSI-420. EUMETSAT Océan et Glace de Mer Installation d'application par satellite. Données extraites de [l'indice des glaces de mer | OSI SAF \(eumetsat.int\)](https://eumetsat.int). Entrave, F. ; Knowles, K. ; Meier, WN et al., 2017, mis à jour quotidiennement. Indice de glace de mer, version 3. Boulder, Colorado, États-Unis. Centre national de données sur la neige et la glace (NSIDC), <https://nsidc.org/data/G02135/versions/3>. Lavergne, T. Sørensen, AM; Kern, S. et coll. Version 2 des enregistrements de données climatiques sur la concentration de glace de mer d'EUMETSAT OSI SAF et ESA CCI. La cryosphère 2019, 13 (1), 49-78. <https://doi.org/10.5194/tc-13-49-2019>.

DONNÉES SUR LES PRÉCIPITATIONS

Les ensembles de données suivants du Global Precipitation Climatology Center (GPCC) ont été utilisés dans l'analyse :

- Première estimation mensuelle, https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/FG_M_100
- Produit de surveillance (version 2022), https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/MP_M_V2022_100
- Données complètes mensuelles (version 2022), https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/FD_M_V2022_100
- Climatologie des précipitations (version 2022), https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/CLIM_M_V2022_100

Dans la figure 23, l'Islande apparaît comme étant beaucoup plus sèche que la moyenne à long terme et certaines parties de la Chine beaucoup plus humides. Ces caractéristiques sont dues à un changement dans la manière dont les données en temps réel sont traitées et ne reflètent pas les conditions réelles.

Liste des contributeurs

MEMBRES DE L'OMM

Algérie, Andorre, Argentine, Arménie, Australie, Azerbaïdjan, Bahreïn, Barbade, Belgique, Belize, Bosnie-Herzégovine, Brésil, Brunei, Bulgarie, Canada, Chili, Chine, Côte d'Ivoire, Croatie, Chypre, République tchèque, Danemark, Allemagne, Équateur, Estonie, Finlande, France, Géorgie, Hongrie, Islande, Inde, Iran (République islamique d'), Irlande, Israël, Italie, Japon, Jordanie, Kazakhstan, Lettonie, Libye, Lituanie, Luxembourg, Malaisie, Mali, Maurice, Mexique, Maroc, Myanmar, Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, Nigeria, Norvège, Pakistan, Panama, Paraguay, Pérou, Pologne, République de Corée, République de Moldavie, Fédération de Russie, Arabie Saoudite, Sénégal, Serbie, Singapour, Slovaquie, Slovénie, Afrique du Sud, Suède, Suisse, Thaïlande, Turquie, Ukraine, Émirats arabes unis, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, États-Unis d'Amérique, République-Unie de Tanzanie, Uruguay, Venezuela (République bolivarienne du), Viet Nam.

CONTRIBUTEURS INDIVIDUELS

Vicente Anzellini (IDMC), Omar Baddour (OMM), Paul M Barker (Université de Nouvelle-Galles du Sud), Joseph Basconcillo (PAGASA), Hamid Bastani (OMM), Jorge Alvar-Beltrán (FAO), Jana Birner (HCR), Nicholas Bishop (IOM), Jessica Blunden (NOAA), Roberta Boscolo (OMM), Tim Boyer (NOAA NCEI), Anny Cazanave (Legos), Xuan Che (UNDRR), Lijing Cheng (Institute of Atmospheric Physics (IAP), Center for Ocean Mega-Science), John Church (Université de Nouvelle-Galles du Sud), Damien Desbruyeres (Ifremer), Catia Domingues (NOC), Robert Dunn (Met Office), Arianna Gialletti (FAO), Pini Giancarlo (PAM), Donata Giglio (Université du Colorado), John E Gilson (SCRIPPS), Alashiya Gordes (FAO), Atsushi Goto (OMM), Sarah Grimes (OMM), Flora Gues (CELAD, Mercator Ocean International), Peer Hechler (OMM), Christopher Hewitt (OMM), Shigeki Hosoda (JAMSTEC), Matthias Huss (ETH Zürich), Amanda Ignatia (HCR), Kirsten Isensee (COI/UNESCO), Piyush Jain (Centre forestier du Nord), Gregory C Johnson (NOAA PMEL), Christopher Kadow (DKRZ), Hideki Kanamaru (FAO), Maarten Kappelle (PNUE), John Kennedy (Expert OMM), Rachel Killick (Met Office), Brian King (NOC), Nicolas Kolodziejczyk (Université de Brest), Animesh Kumar (UNDRR), Mikael Kuusela (Carnegie Mellon), Gernot Laganda (PAM), Lancelot Leclercq (Legos), Yuehua Li (Université du Yunnan), Ricardo Locarnini (NOAA NCEI), John Lyman (NOAA PMEL), Shawn Marshall (Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) et Université de Calgary), Jesse Mason (PAM), Jutta May (UNDRR), Trevor McDougall (Université de Nouvelle-Galles du Sud), Brian Menounos (Université du Nord de la Colombie-Britannique), Atsushi Minami (JMA), Audrey Minère (Mercator Ocean International), Oe Mitsuho (JMA), Didier Paolo Monselesan (CSIRO), Sarah Purkey (Scripps), James Reagan (NOAA NCEI, University of Maryland), Dean Roemmich (Scripps), Lev Neretin (FAO), Julien Nicolas (ECMWF), Elisabeth Du Parc (OIM), Sylvain Ponsérre (IDMC), Ileana Sinziana Puscas (OIM), Claire Ransom (OMM), David Robinson (Rutgers State University of New Jersey), Bonifacio Rogerio (PAM), Yousuke Sawa (JMA), Kanako Sato (JAMSTEC), Abhishek Savita (GEOMAR), Robert W Schlegel (Sorbonne Université, CNRS, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche), Katherina Schoo (COI/UNESCO), Serhat Sensoy (Service météorologique de l'État turc), Fumi Sezaki (JMA), Jose Álvaro Silva (OMM), Mike Sparrow (OMM/WCRP), Johan Stander (OMM), Martin Stendel (DMI), Toshio Suga (Université du Tohoku, JAMSTEC), Oksana Tarasova (OMM), Caterina Tassone (OMM/GCOS), Blair Trewin (Bureau de météorologie), Thea Turkington (Services météorologiques de Singapour/Centre météorologique spécialisé de l'ASEAN), Isabella Velicogna (Université de Californie), Alex Vermeulen (ICOS), Karina von Schuckmann (Mercator Ocean International), Ying Wang (PNUE), Susan E. Wijffels (CSIRO, Woods Hole), Abdel-Latif Younous (PAM), Markus Ziese (DWD, GPCC).

INSTITUTIONS

Bureau de météorologie, Australie ; Université Carnegie Mellon, États-Unis ; Centre pour l'Océan Méga-Sciences, Académie chinoise des sciences, Chine ; CÉLAD, France ; Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth, CSIRO Oceans and Atmosphere, Tasmanie, Australie ;
Deutsches Klimarechenzentrum, DKRZ, Allemagne ; Deutscher Wetterdienst, DWD, Allemagne ;
Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme, CEPMMT, Royaume-Uni ; Environnement et Changement climatique Canada, ECCC, Canada ; ETH Zurich ; Centre GEOMAR Helmholtz pour l'océan Recherche Kiel, Allemagne ; Centre mondial de climatologie des précipitations, GPCC, Allemagne ; Hong Observatoire de Kong ; Ifremer, France ; Institut de physique atmosphérique, IAP, Académie chinoise des sciences, Chine ;
Centre de surveillance des déplacements internes (IDMC) ; Agence japonaise pour Sciences et technologies marines et terrestres, JAMSTEC, Japon ; Agence météorologique japonaise, JMA, Japon ; Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, France ; Légos, France ; Met Office, Royaume-Uni ;
Mercator Océan International, France ; L'administration nationale des océans et de l'atmosphère (NOAA) Centres nationaux d'information environnementale (NCEI), États-Unis ; National Océanique et Laboratoire de l'environnement marin du Pacifique (PMEL) de l'Administration atmosphérique (NOAA), États-Unis ;
Centre national d'océanographie, Southampton, Royaume-Uni ; Centre de foresterie du Nord, Forêt canadienne Service, Ressources naturelles Canada, Canada ; Portée Océan, France ; Université d'État Rutgers du New Jersey ; Institution Scripps d'Océanographie, Université de Californie à San Diego, États-Unis ;
Sorbonne Université, France ; Université du Tohoku, Japon ; Service météorologique de l'État turc, Turquie ; Université de Brest, France ; Université de Calgary, Canada ; Université du Colorado, ETATS-UNIS ; Institut coopératif d'études sur les systèmes terrestres par satellite, Université du Maryland, États-Unis ;
Université de Nouvelle-Galles du Sud, Australie ; Université du Nord de la Colombie-Britannique ; les bois Institution océanographique de Hole, États-Unis ; Université du Yunnan, Chine ;

AGENCES DES NATIONS UNIES

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Intergouvernemental Oceanographic Commission – Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (COI-UNESCO),
Organisation internationale pour les migrations (OIM), Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE),
Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés (HCR), Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe (UNDRR), Programme alimentaire mondial (PAM)

Notes de fin

- ¹ Trewin, B. ; Cazenave, A. ; Howell, S. et coll. Indicateurs principaux pour la surveillance du climat mondial, Bulletin de l'American Meteorological Society 2021 102 (1), E20-E37. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0196.1>.
- 2 Organisation météorologique mondiale (OMM). *Indicateurs climatiques et développement durable : démontrer les interconnexions* (OMM-N° 1271). Genève, 2021.
- 3 Organisation météorologique mondiale (OMM). *Unis dans la Science 2023 : Édition développement durable*; OMM : Genève, 2023.
- 4 Nations Unies; Département des Affaires Economiques et Sociales. *Solutions synergiques pour un monde en crise : lutter contre le climat et Agir ensemble pour les ODD* ; 2023. <https://sdgs.un.org/synergy-solutions-world-crisis-tackling-climate-and-sdg-action-together>.
- 5 Paris, RA; Jones, CD ; Knight, JR et coll. El Niño et une augmentation record du CO2. *Nature Clim Change* 2016, 6 (9), 806-810. <https://doi.org/10.1038/nclimate3063>.
- 6 Administration nationale océanique et atmosphérique (NOAA). *Tendances du dioxyde de carbone atmosphérique*. <https://gml.noaa.gov/cogg/trends/mlo.html>. Les mesures à Mauna Loa ont été interrompues par une éruption volcanique et le site de mesure a été temporairement déplacé vers les observatoires de Maunakea, à 21 milles au nord.
- 7 Organisation de recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO). *Dernières données sur les gaz à effet de serre de Kennaook / Cape Grim. Les dernières données sur les gaz à effet de serre (GES) mises à jour mensuellement à partir de l'une des sources d'air les plus propres au monde*. [https://www.csiro.au/gaz à effet de serre/](https://www.csiro.au/gaz%20a%20effet%20de%20serre/).
- 8 Pour les anomalies par rapport à d'autres références, voir *Anomalies de température moyenne mondiale pour 2023 par rapport à d'autres périodes*.
- 9 Rantanen, M. ; Laaksonen, A. La hausse des températures mondiales en septembre 2023 est extrêmement improbable en raison de la seule variabilité climatique interne. *npj Clim Atmos Sci* 2024, 7 (1), 1–4. <https://doi.org/10.1038/s41612-024-00582-9>.
- ^{6x} Hansen, J. ; Sato, M. ; Kharecha, P. et al. Déséquilibre énergétique de la Terre et implications. *Chimie et physique atmosphérique* 2011, 11 (24), 13421-13449. <https://doi.org/10.5194/acp-11-13421-2011>.
- ¹¹ von Schuckmann, K. ; Palmer, MD; Trenberth, KE et coll. Un impératif pour surveiller le déséquilibre énergétique de la Terre. *Nature Clim Change* 2016, 6 (2), 138-144. <https://doi.org/10.1038/nclimate2876>.
- ¹² von Schuckmann et coll. (2020). Chaleur stockée dans le système Terre : où va l'énergie ? *Système de terre. Sci. Données*, 12(3), 2013-2041. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2013-2020>
- ¹³ Cheng, L. ; Trenberth, KE; Fasullo, J. et coll. Estimations améliorées du contenu thermique des océans de 1960 à 2015. *Avancées scientifiques* 2017, 3 (3), e1601545. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601545>.
- ¹⁴ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2019 : Résumé à l'intention des décideurs politiques. Dans : *Rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans un climat en changement*, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/01_SROCC_SPM_FINAL.pdf.
- ¹⁵ Cheng, L. ; Abraham, J. ; Trenberth, KE et coll. Nouveaux records de températures océaniques et indicateurs climatiques associés en 2023. *Ambiance. Sci.* 2024. <https://doi.org/10.1007/s00376-024-3378-5>.
- ¹⁶ von Schuckmann, K. ; Minière, A. ; Gues, F. et al. Chaleur stockée dans le système terrestre 1960-2020 : où va l'énergie ? *Données scientifiques du système terrestre* 2023, 15 (4), 1675-1709. <https://doi.org/10.5194/essd-15-1675-2023>. Loeb, NG; Johnson, GC; Thorsen, TJ et coll. Les données satellitaires et océaniques révèlent une augmentation marquée du taux de chauffage de la Terre. *Lettres de recherche géophysique* 2021, 48 (13), e2021GL093047. <https://doi.org/10.1029/2021GL093047>.
- ¹⁷ Minière, A. ; von Schuckmann, K. ; Salle, J.-B. et coll. Forte accélération du chauffage du système terrestre observée au cours des six dernières décennies. *Sci Rep* 2023, 13 (1), 22975. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49353-1>.
- ¹⁸ Minière, A. ; von Schuckmann, K. ; Salle, J.-B. et coll. Forte accélération du chauffage du système terrestre observée au cours des six dernières décennies. *Sci Rep* 2023, 13 (1), 22975. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49353-1>.
- ¹⁹ Raghuraman, SP; Paynter, D. ; Ramaswamy, V. Le forçage anthropique et le rendement de la réponse ont observé une tendance positive dans le déséquilibre énergétique de la Terre. *Nat Commun* 2021, 12 (1), 4577. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24544-4>. Kramer, RJ; Il h.; Soden, BJ et coll. Preuve observationnelle de l'augmentation du forçage radiatif mondial. *Lettres de recherche géophysique* 2021, 48 (7), e2020GL091585. <https://doi.org/10.1029/2020GL091585>.
- ²⁰ par exemple, Loeb, NG ; Johnson, GC; Thorsen, TJ et coll. Les données satellitaires et océaniques révèlent une augmentation marquée du taux de chauffage de la Terre. *Lettres de recherche géophysique* 2021, 48 (13), e2021GL093047. <https://doi.org/10.1029/2021GL093047>. Hakuba, Maryland ; Frederikse, T. ; Landerer, FW Le déséquilibre énergétique de la Terre du point de vue de l'océan (2005-2019). *Lettres de recherche géophysique* 2021, 48 (16), e2021GL093624. <https://doi.org/10.1029/2021GL093624>.

- ²¹ Purkey, SG; Johnson, GC Réchauffement des eaux abyssales et profondes de l'océan Austral entre les années 1990 et 2000 : contributions aux budgets mondiaux de chaleur et d'élévation du niveau de la mer. *Journal du climat* 2010, 23 (23), 6336-6351. <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3682.1>.
- ²² Cheng, L. ; Abraham, J. ; Trenberth, KE et coll. Une autre année de chaleur record pour les océans. *Av. Ambiance. Sci.* 2023, 40 (6), 963-974. <https://doi.org/10.1007/s00376-023-2385-2>. Cheng, L. ; von Schuckmann, K. ; Abraham, JP et coll. Réchauffement des océans passé et futur. *Nat Rev Earth Environ* 2022, 3 (11), 776-794. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00345-1>.
- ²³ Les modifications de ces pourcentages par rapport au rapport provisoire reflètent une mise à jour de Cheng et al. ensemble de données, voir Cheng, L. ; Abraham, J. ; Trenberth, KE et coll. Nouveaux records de températures océaniques et indicateurs climatiques associés en 2023. *Adv. Ambiance. Sci.* 2024. <https://doi.org/10.1007/s00376-024-3378-5>.
- ²⁴ Cheng, L. ; von Schuckmann, K. ; Abraham, JP et coll. Réchauffement des océans passé et futur. *Nat Rev Earth Environ* 2022, 3 (11), 776-794. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00345-1>.
- ²⁵ Cheng, L. ; Trenberth, KE; Fasullo, J. et coll. Estimations améliorées du contenu thermique des océans de 1960 à 2015. *Avancées scientifiques* 2017, 3 (3), e1601545. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601545>.
- ²⁶ Smale, DA ; Wernberg, T. ; Oliver, CJCE et al. Les vagues de chaleur marines menacent la biodiversité mondiale et la fourniture de services écosystémiques. *Nat. Clim. Chang.* 2019, 9 (4), 306-312. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>.
- ²⁷ Organisation météorologique mondiale (OMM). *Bulletin de l'OMM sur les gaz à effet de serre –N° 18 : L'état des gaz à effet de serre dans le Atmosphère basée sur les observations mondiales jusqu'en 2021*. Genève, 2022.
- ²⁸ Friedlingstein, P. ; O'Sullivan, M. ; Jones, MW et coll. Budget carbone mondial 2020. *Earth System Science Data* 2020, 12 (4), 3269-3340. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>.
- ²⁹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Changement climatique 2023 : rapport de synthèse. Contribution des groupes de travail I, II et III au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ; Équipe de rédaction principale, H. Lee et J. Romero, éd. ; GIEC : Genève, Suisse, 2023.* <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- ³⁰ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2021 : *Changement climatique 2021 : les bases scientifiques physiques*, chapitre 2, section 2.3.3.5 pH des océans, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- ³¹ Les chiffres dans le texte principal proviennent du National Snow and Ice Data Center (NSIDC). Les chiffres OSI SAF sont fournis dans [Ensembles de données et les méthodes](https://nsidc.org/arcticseaicenews/2023/03/arctic-sea-ice-maximum-at-fifth-lowest-on-satellite-record/). <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2023/03/arctic-sea-ice-maximum-at-fifth-lowest-on-satellite-record/>, <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2023/04/polar-dawn-to-dusk/>.
- ³² Centre national de données sur la neige et la glace (NSIDC). La glace de mer arctique se situe au sixième rang le plus bas jamais enregistré. <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2023/09/arctic-sea-ice-minimum-at-sixth/>.
- ³³ Expansion rapide en décembre, Arctic Sea Ice News and Analysis (nsidc.org) <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2024/01/expansion-rapide-de-décembre/>
- ³⁴ La période 1981-2010 est la période utilisée par le NSIDC pour son suivi.
- ³⁵ Liu, J. ; Zhu, Z. ; Chen, D. Record de glace de mer la plus basse de l'Antarctique battu pour la deuxième année consécutive. *Recherche océan-terre-atmosphère* 2023, 2, 0007. <https://doi.org/10.34133/olar.0007>.
- ³⁶ Purich, A. ; Doddridge, EW La faible couverture record de glace de mer de l'Antarctique indique un nouvel état de glace de mer. *Commun Terre Environnement* 2023, 4 (1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00961-9>.
- ³⁷ <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2023/09/antarctic-sets-a-record-low-maximum-by-wide-margin/>.
- ³⁸ Expansion rapide de décembre, Arctic Sea Ice News and Analysis (nsidc.org) <https://nsidc.org/arcticseaicenews/2024/01/expansion-rapide-décembre/>.
- ³⁹ La période 1981-2010 est utilisée par le NSIDC pour son suivi.
- ⁴⁰ <https://www.ipcc.ch/sroc/chapter/glossary/>. Notez que la calotte glaciaire de l'Antarctique peut être subdivisée en Antarctique occidentale, Antarctique orientale et péninsule Antarctique, mais qu'elle est traitée ici comme une seule entité.
- ⁴¹ Mankoff, KD; Fettweis, X. ; Langen, PL et al. Bilan de masse de la calotte glaciaire du Groenland de 1840 à la semaine prochaine. *Données scientifiques du système terrestre* 2021, 13 (10), 5001-5025. <https://doi.org/10.5194/essd-13-5001-2021>.

- 42 Centre national de données sur la neige et la glace (NSIDC). Pic de fonte en fin de saison. <https://nsidc.org/ice-sheets-today/analyses/late-pic-de-fonte-de-saison>. Passage soudain à la chaleur du sud. <https://nsidc.org/ice-sheets-today/analyses/sudden-shift-southern-heat>.
- 43 La zone de fonte cumulée est la zone de la calotte glaciaire qui a connu des conditions de fonte chaque jour (diagnostiquées par la présence d'eau liquide à la surface), additionnée au nombre de jours de la saison de fonte.
- 44 <https://www.dmi.dk/nyheder/2023/varmerekorder-pa-indlandsisen/>
- 45 Nghiem, SV; Hall, Danemark ; Mote, TL et coll. La fonte extrême de la calotte glaciaire du Groenland en 2012. *Geophysical Research Letters* 2012, 39 (20). <https://doi.org/10.1029/2012GL053611>.
- 46 Otsuka, IN; Berger, A. ; Ivins, ER et al. Bilan de masse des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique de 1992 à 2020. *Données scientifiques du système terrestre* 2023, 15 (4), 1597-1616. <https://doi.org/10.5194/essd-15-1597-2023>.
- 47 m we est la profondeur de l'eau équivalente au changement d'épaisseur de la glace. La glace des glaciers est moins dense que l'eau, donc la profondeur équivalente de l'eau est légèrement inférieure à l'épaisseur de glace perdue.
- 48 WGMS (2023) : Bulletin mondial sur les changements glaciaires n° 5 (2020-2021). Michael Zemp, Isabelle Gärtner-Roer, Samuel U. Nussbaumer, Ethan Z. Welty, Inès Dussaillant et Jacqueline Bannwart (éd.), ISC (WDS) / IUGG (IACS) / PNUE / UNESCO / OMM, Service mondial de surveillance des glaciers, Zurich, Suisse, 134 pages. Basé sur la version de la base de données <https://doi.org/10.5904/wgms-brouillard-2023-09>.
- 49 Le sapin est une neige pluriannuelle dont l'albédo est plus élevé que la glace des glaciers.
- 50 LiDAR signifie Light Detection and Ranging, qui utilise un laser pour déterminer la hauteur de la surface du glacier.
- 51 Hugonnet, R. ; McNabb, R. ; Berthier, E. et coll. Perte de masse mondiale accélérée des glaciers au début du XXI^e siècle. *Nature* 2021, 592 (7856), 726-731. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z>.
- 52 Parisien, M.-A. ; Barbier, QE ; Flannigan, MD et coll. Phénologie des feuillus et occurrences de feux de forêt au printemps dans la région boréale du Canada. *Biologie du changement global* 2023, 29 (21), 6106-6119. <https://doi.org/10.1111/gcb.16820>.
- 53 Robinson, David A. ; Estilow, Thomas W. ; et Programme CDR de la NOAA (2012) : Enregistrement de données climatiques de la NOAA (CDR) sur l'étendue de la couverture neigeuse de l'hémisphère nord (NH), version 1. Centres nationaux d'information environnementale de la NOAA. <https://doi.org/10.7289/V5N014G9>.
- 54 AIE (2024), *Renewables 2023*, AIE, Paris <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>
- 55 <https://www.cop28.com/en/global-renewables-and-energy-efficiency-pledge>
- 56 En général, un facteur de capacité est une mesure de la fréquence à laquelle une centrale électrique fonctionne à sa capacité maximale sur une certaine période, exprimée en pourcentage.
- 57 Organisation météorologique mondiale (OMM), Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA). *Bilan de l'année 2022 : Climat stimulé les ressources potentielles mondiales en énergies renouvelables et la demande énergétique*. Genève, 2023.
- 58 Organisation météorologique mondiale (OMM). *Bulletin de l'OMM sur les gaz à effet de serre -N° 19 : L'état des gaz à effet de serre dans le Atmosphère basée sur les observations mondiales jusqu'en 2022*. Genève, 2022.
- 59 Une unité Dobson est la profondeur (en unités de 10 µ m) du gaz pur que vous obtiendriez s'il était extrait de la colonne d'air et réduit à une température et une pression standard. 300 DU correspond à 3mm.
- 60 <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>
- 61 <https://atmosphere.copernicus.eu/monitoring-ozone-layer>
- 62 <https://mausam.imd.gov.in/responsive/monsooninformation.php>
- 63 Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). *Frontières 2022 : Bruit, incendies et décalages – Problèmes émergents de Préoccupation environnementale*. Nairobi, 2022.
- 64 Les conditions météorologiques propices aux incendies de forêt sont des conditions météorologiques propices aux incendies de forêt, notamment des températures élevées, une faible humidité et des vents violents.
- 65 Nations Unies (ONU). *Le rapport sur les objectifs de développement durable 2022*. ; New York, 2022. <https://unstats.un.org/sdgs/rapport/2022/>.

- 66 Nations Unies (ONU). Le Rapport sur les objectifs de développement durable 2023 : édition spéciale. Vers un plan de sauvetage des personnes et Planète ; New York, 2023. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>.
- 67 <https://www.mapa.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-146--del-territorio-est%C3%A1-en-emergencia-por-escasez-de-agua-y-el-274--fr-alerta/tcm:30-659894>
- 68 <https://www.unocha.org/publications/report/libya/libya-flood-response-humanitarian-update-15-december-2023>
- 69 <https://reliefweb.int/report/greece/greece-severe-weather-and-floods-update-greek-civil-protection-hellenic-national-mometric-service-copernicus-emsr-echo-daily-flash-11-septembre-2023>
- 70 <https://www.preventionweb.net/media/87994/download?startDownload=true>
- 71 <https://reliefweb.int/report/mozambique/unhcr-mozambique-cyclone-freddy-flash-update-3-24-march-2023>
- 72 Centre de surveillance des déplacements internes (IDMC). Mise à jour de mi-année 2023. <https://story.internal-displacement.org/2023-mid-year-update/>.
- 73 <https://sentinel-asia.org/EO/2023/article20230514MM.html>
- 74 <https://reliefweb.int/report/bangladesh/bangladesh-cyclone-mocha-humanitarian-response-situation-report-14-may-2023>
- 75 Contribution nationale
- 76 https://ahacentre.org/wp-content/uploads/2023/05/AHA-DRAFT-Situation_Report-9-TC-MOCHA-Myanmar-1.pdf
- 77 Centre de surveillance des déplacements internes (IDMC). Mise à jour de mi-année 2023. <https://story.internal-displacement.org/2023-mid-year-update/>.
- 78 Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés (HCR). Urgence au Myanmar –Mise à jour Flash n°2 sur le cyclone Mocha. Mai 2023. <https://data.unhcr.org/en/documents/details/100982>.
- 79 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP182023_Otis.pdf
- 80 EM-DAT. Voir également <https://www.fitchratings.com/research/insurance/Mexique-réassureurs-non-sensiblement-touchés-par-l'ouragan-otis-31-10-2023>
- 81 <https://reliefweb.int/report/mexico/mexico-hurricane-otis-situation-report-no-01-8-novembre-2023>
- 82 <https://www.treasury.govt.nz/sites/default/files/2023-04/impacts-from-the-north-island-weather-events.pdf>
- 83 Merlone, A. ; Pasotti, L. ; Musacchio, C. et al. Évaluation de la température la plus élevée de l'OMM Région VI Europe (continentale) : 48,8°C, Syracuse Sicile, Italie, le 11 août 2021. International Journal of Climatology 2024, 44 (3), 721-728. <https://doi.org/10.1002/joc.8361>.
- 84 <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/fortes-chaieurs-aout-2023>
- 85 <https://atmosphere.copernicus.eu/2023-year-intense-global-wildfire-activity>
- 86 Gouvernement du Canada. Les 10 principaux événements météorologiques au Canada en 2023. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/top-ten-weather-stories/2023.html>
- 87 Jain, P. ; Barbier, QE ; Taylor, S. et coll. Le Canada sous le feu –Facteurs et impacts de la saison record des incendies de forêt 2023 ; préimpression ; Archives ouvertes ESS. 28 février 2024. <https://doi.org/10.22541/essoar.170914412.27504349/v1>.
- 88 <https://www.disastercenter.com/FEMA%20Daily%20Ops%20Briefing%20085-2023.pdf>
- 89 NOAA Catastrophes d'un milliard de dollars [https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/events/US/2023?disasters\[\]=wildfire](https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/events/US/2023?disasters[]=wildfire)
- 90 Agence fédérale de gestion des urgences (FEMA). Rapport préliminaire d'évaluation des dommages https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/PDAReport_FEMA4724DRexpedited-HI.pdf
- 91 Porto de Manaus - Estação Hidroviária do Amazonas. Niveau du Rio Negro > Níveis Máximo et Mínimo. <https://www.portodemanous.com.br/?pagina=niveis-maximo-minimo-do-rio-negro>
- 92 Éthiopie : Saison des pluies oct-nov-déc - Flash Update 1 - Au 18 décembre 2023 <https://www.unocha.org/publications/rapport/ethiopie/ethiopie-oct-nov-dec-rainy-season-flash-update-1-18-december-2023>. Kenya : Fortes pluies et inondations

- Impact et réponse (au 20 décembre 2023) <https://www.unocha.org/publications/report/kenya/kenya-heavy-rains-and-floods-impact-and-response-20-december-2023>. Rapport de situation en Somalie, 26 décembre 2023 <https://www.unocha.org/publications/report/somalia/somalia-situation-report-26-dec-2023>.
- 93 Organisation internationale pour les migrations (OIM), DTM Est et Corne de l'Afrique : Aperçu des inondations (juillet - novembre 2023). OIM, Est et Corne de l'Afrique. 22 décembre 2023. <https://dtm.iom.int/reports/afrique-de-l-est-et-de-la-corne-instantané-des-inondations-juillet-novembre-2023>
- 94 Sécheresse dans la Corne de l'Afrique : aperçu de la mobilité humaine (janvier - juin 2023) <https://dtm.iom.int/reports/corne-afrique-sécheresse-mobilité-humaine-instantané-janvier-juin-2023>, <https://dtm.iom.int/reports/corne-afrique-sécheresse-mobilité-humaine-instantané-janvier-juin-2023?close=true>
- 95 Contribution nationale. -
- ⁹⁶ <https://www.fao.org/3/cc6806fr/cc6806fr.pdf>
- 97 Nations Unies (ONU). Le rapport sur les objectifs de développement durable 2022. ; New York, 2022. <https://unstats.un.org/sdgs/rapport/2022/>.
- 98 Nations Unies (ONU). Le Rapport sur les objectifs de développement durable 2023 : édition spéciale. Vers un plan de sauvetage des personnes et Planète ; New York, 2023. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>.
- 99 PAM. Novembre 2023. Plan de réponse opérationnelle mondiale du PAM 2023. Mise à jour n°9. Disponible sur : https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000153758/download/?_ga=2.87190362.312982961.1705667005-702211395.1695286933
- 100 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), FIDA, UNICEF, PAM et OMS. 2023. L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2023. Urbanisation, transformation des systèmes agroalimentaires et alimentation saine dans le continuum rural-urbain. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3017fr>
- 101 PAM. Juin 2023. Plan de réponse opérationnelle mondiale du PAM 2023. Mise à jour n°8. Disponible sur : docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000150404/télécharger/
- 102 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2023. Perspectives de récolte et situation alimentaire –Rapport mondial trimestriel n° 2, juillet 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc6806fr>
- 103 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), FIDA, UNICEF, PAM et OMS. 2023. L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition en le monde 2023. Urbanisation, transformation des systèmes agroalimentaires et alimentation saine dans le continuum rural-urbain. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3017fr>
- 104 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2021. L'impact des catastrophes et des crises sur l'agriculture et la sécurité alimentaire : 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb3673fr>
- 105 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2023. L'impact des catastrophes sur l'agriculture et la sécurité alimentaire 2023 –Éviter et réduire les pertes en investissant dans la résilience. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc7900fr>
- 106 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2023. Perspectives de récolte et situation alimentaire –Rapport mondial triennuel n° 3, novembre 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8566fr>
- 107 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2023. Perspectives de récolte et situation alimentaire –Rapport mondial triennuel n° 3, novembre 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8566fr>
- 108 PAM. 2023. Indonésie - Bulletin de suivi : juillet-septembre (T3) 2023. <https://www.wfp.org/publications/indonésie-bulletin-de-suivi-juillet-septembre-q3-2023>
- 109 OCHA. 2023. Mise à jour hebdomadaire de la situation en Amérique latine et dans les Caraïbes (au 4 septembre 2023). <https://reliefweb.int/rapport/cuba/amérique-latine-caraïbes-mise-à-jour-hebdomadaire-de-la-situation-4-septembre-2023>
- 110 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2023. Perspectives de récolte et situation alimentaire –Rapport mondial triennuel n° 3, novembre 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8566fr>
- 111 Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2023. Tempête Daniel, Libye, septembre 2023. Évaluation rapide de l'impact des inondations sur l'agriculture et les moyens de subsistance. DIEM-Évaluation d'impact, FAO. 13 septembre 2023 <https://data-in-emergencies.fao.org/applications/e451e32a054847469b1c1c731a8e5cff/explorer>
- 112 L'Agence des Nations Unies pour les réfugiés met en garde contre des difficultés extrêmes pour les familles déplacées de force cet hiver | HCR

- ¹¹³ <https://go.ifrc.org/emergencies/6435>, <https://reliefweb.int/disaster/fl-2023-000068-yem>
- 114 <https://dtm.iom.int/reports/migration-along-eastern-corridor-july-2023>
- 115 <https://reliefweb.int/report/pakistan/early-needs-identification-report-monsoon-flood-affected-areas-pakistan-août-2023>
- ¹¹⁶ Déplacements surveillés par le Réseau de protection et de suivi des retours (PRMN) du HCR
- 117 Fiche d'information du HCR sur la Somalie : décembre 2023 <https://reliefweb.int/report/somalia/unhcr-somalia-factsheet-december-2023>
- ¹¹⁸ <https://reliefweb.int/report/libya/libya-impact-storm-daniel-update-displacement-and-needs-november-2023>
- ¹¹⁹ <https://missingmigrants.iom.int/>
- 120 HCR Genre, déplacement et changement climatique. Juillet 2020. <https://www.unhcr.org/protection/environment/5f21565b4/déplacement-de-genre-et-changement-climatique.html>
- 121 Programme des Nations Unies pour l'environnement (2022b). Rapport final du projet de partenariat sur le changement climatique et la sécurité : mars 2017-février 2022. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40549>
- ¹²² <https://sendaiframework-mtr.undrr.org/publication/report-midterm-review-implementation-sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- ¹²³ von Schuckmann, K. ; Cheng, L. ; Palmer, MD et coll. Chaleur stockée dans le système terrestre : où va l'énergie ? Données scientifiques du système terrestre 2020, 12 (3), 2013-2041. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2013-2020>.



Food and Agriculture Organization
of the United Nations



UNHCR
The UN Refugee Agency



WFP
World Food
Programme

Pour plus d'information veuillez contacter:

Organisation météorologique mondiale

7 bis, avenue de la Paix –Case postale 2300 –CH 1211 Genève 2 –Suisse

Bureau des communications stratégiques
Bureau du Cabinet du Secrétaire général

Tél : +41 (0) 22 730 83 14 –Fax : +41 (0) 22 730 80 27

Courriel : communications@wmo.int

OMM.int