

# État du climat en Europe 2022



TEMP  
CLIMAT  
EAU



ORGANISATION  
MÉTÉOROLOGIQUE  
MONDIALE

OMM-N° 1320



PROGRAMME OF THE  
EUROPEAN UNION



Photo de couverture: Explosion d'un mammatus photographiée par Boris Jordan (Allemagne), concours de photographies pour le calendrier OMM 2021.

## **OMM-N° 1320**

© Organisation météorologique mondiale, 2023

L'OMM se réserve le droit de publication en version imprimée ou électronique ou sous toute autre forme et dans n'importe quelle langue. De courts extraits des publications de l'OMM peuvent être reproduits sans autorisation, pour autant que la source complète soit clairement indiquée. La correspondance relative au contenu rédactionnel et les demandes de publication, reproduction ou traduction partielle ou totale de la présente publication doivent être adressées au:

Président du Comité 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  
Courriel: [publications@wmo.int](mailto:publications@wmo.int)

ISBN 978-92-63-21320-4

### NOTE

Les appellations employées dans les publications de l'OMM et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part de l'Organisation météorologique mondiale, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention de certaines sociétés ou de certains produits ne signifie pas que l'OMM les cautionne ou les recommande de préférence à d'autres sociétés ou produits de nature similaire dont il n'est pas fait mention ou qui ne font l'objet d'aucune publicité.

Les constatations, interprétations et conclusions exprimées dans les publications de l'OMM portant mention d'auteurs nommément désignés sont celles de leurs seuls auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'OMM et de ses Membres.

# Table des matières

<b>Messages clés</b>	<b>3</b>
<b>Avant-propos</b>	<b>4</b>
<b>Préface</b>	<b>5</b>
<b>Contexte climatique mondial</b>	<b>6</b>
<b>Climat régional</b>	<b>7</b>
Température	7
Précipitations	8
Cryosphère	9
Océan	11
<b>Principaux régimes de circulation atmosphérique dans la Région en 2022</b>	<b>14</b>
<b>Phénomènes extrêmes et impacts</b>	<b>15</b>
Description générale	15
Fortes précipitations et inondations	15
Sécheresse	16
Vagues de chaleur et feux de forêt	17
Vagues de chaleur marines	18
Vagues de froid, fortes chutes de neiges et gel	19
Violentes tempêtes de vent	20
<b>Politique et action climatiques dans le secteur de l'énergie</b>	<b>21</b>
Transitions vers des systèmes énergétiques à faible émission de carbone	21
Énergies renouvelables: un engagement	21
Potentiel des énergies renouvelables	21
Les services climatologiques au service du secteur énergétique	22
Énergie nucléaire	23
Impact des événements météorologiques extrêmes sur le secteur de l'énergie	24
<b>Utilisation de sources d'énergie renouvelables pour les systèmes agro-alimentaires</b>	<b>25</b>
<b>Systèmes d'observation à la base de la surveillance du climat</b>	<b>26</b>
<b>Jeux de données et méthodes</b>	<b>28</b>
<b>Contribution au rapport</b>	<b>33</b>
<b>Notes</b>	<b>34</b>



# Messages clés



L'Europe, dont les températures ont connu une augmentation deux fois supérieure à la moyenne planétaire depuis les années 1980, est la Région de l'OMM qui se réchauffe le plus rapidement. Selon le jeu de données utilisé, sa température annuelle moyenne en 2022 s'est classée entre le deuxième et le quatrième rang des valeurs les plus élevées jamais relevées et elle a connu son été le plus chaud. En outre, 2022 a été l'année la plus chaude observée pour de nombreux pays d'Europe de l'Ouest et du Sud-Ouest.



Une grande partie de la Région a connu des précipitations inférieures aux normales: 2022 a été la quatrième année consécutive de conditions sèches pour la péninsule ibérique et la troisième pour les zones montagneuses des Alpes et des Pyrénées.



Le déficit de précipitations, et notamment de chute de neige en hiver, associé à des températures estivales élevées, a contribué à la plus importante fonte de masse glaciaire enregistrée dans les Alpes européennes.

L'inlandsis du Groenland a continué de perdre de sa masse en 2022 et des vagues de chaleurs exceptionnelles, survenues en septembre, se sont traduites par une fonte généralisée de sa surface.



2022 a été marquée par les températures de la mer en surface les plus élevées des relevés dans le nord-atlantique de l'Europe, et par des vagues de chaleur marine fortes, voire intenses et extrêmes, qui ont affecté une grande partie des mers de la Région. Dans l'est de la Méditerranée, le sud de l'Arctique et les mers Baltique et Noire en particulier, les taux de réchauffement des océans en surface ont été plus de trois fois supérieurs à la moyenne planétaire.



En Europe, les événements météorologiques et climatiques à fort impact ont provoqué plus de 16 000 décès en 2022, dont les vagues de chaleurs estivales exceptionnelles sont la cause principale. La vague de chaleur la plus intense, observée à la mi-juillet, a donné lieu à l'enregistrement de températures record dans de nombreuses villes. Pour la première fois au Royaume-Uni, les 40 °C ont été atteints avec une température de 40,3 °C relevée le 19 juillet à Coningsby.



La sécheresse a également sévi sur une grande partie de la Région, principalement au printemps

et durant l'été. Les conditions sèches, conjuguées à la chaleur extrême, ont alimenté de nombreux feux de forêts, responsables de la deuxième plus vaste superficie brûlée jamais observée en Europe. D'importants feux de forêt se sont déclarés en France, en Espagne, au Portugal, en Slovénie et en Tchéquie.



L'Europe a connu de nombreuses inondations localisées en raison des fortes précipitations, un derecho (caractérisé par un front orageux et des vents destructeurs de longue durée) qui a frappé certaines zones du sud et du centre en août et, pendant une semaine en février, une succession de trois tempêtes qui ont déferlé sur le nord-ouest: autant d'événements climatiques qui ont provoqué des dizaines de décès.



Si l'année s'est caractérisée par des conditions chaudes, certaines zones ont tout de même été touchées par des vagues de froid et de fortes chutes de neige, comme la Türkiye, la République arabe syrienne, la Grèce et le Monténégro. En décembre, une grande partie de l'Europe du Nord et de l'Ouest a été affectée par une vague de froid. Reykjavik, en Islande, a enregistré son mois de décembre le plus froid en 100 ans.



Pour la première fois, en 2022, la part des énergies éolienne et solaire dans la production d'électricité de l'Union européenne, s'élevant à 22,3 %, a été supérieure à celle du gaz fossile (20 %). Ensemble, ces deux ressources renouvelables ont permis de produire plus d'électricité que n'importe quelle autre ressource. La nécessité de comprendre et de surveiller la variabilité spatio-temporelle de ces ressources s'accroît à mesure qu'elles gagnent du terrain dans le bouquet énergétique européen.



Les informations climatologiques sont un élément essentiel à l'amélioration de la résilience et du fonctionnement des systèmes énergétiques. Bien que 80 % des Membres européens de l'OMM fournissent des informations climatologiques pour le secteur de l'énergie, ils sont moins de 50 % à communiquer des prévisions climatologiques mensuelles à saisonnières pour ce secteur, ce qui met en lumière le potentiel inexploité des Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) en matière de soutien à la transition énergétique et de renforcement de la résistance du secteur de l'énergie aux changements climatiques.

# Avant-propos



L'*État du climat en Europe 2022* est le deuxième rapport d'une série annuelle lancée avec succès par l'OMM l'année dernière. Cette publication conjointe du Conseil régional pour l'Europe (CR VI) de l'OMM et du service Copernicus de l'Union européenne (UE) concernant le changement climatique fait le point, pour la Région VI (Europe), sur les indicateurs climatiques et les phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et à fort impact de 2022, dans un contexte de variabilité du climat et de changement climatique à long terme.

Ce rapport se fonde sur les systèmes d'observation du climat et rassemble les précieuses contributions des Membres, tout en répondant à leurs besoins en matière de surveillance du climat, de changement climatique et de services climatologiques. La vue d'ensemble offerte par les sciences physiques est complétée

par les données et les informations les plus récentes d'agences des Nations Unies et de partenaires de l'UE en matière d'impacts, de risques et de politiques. Cette publication s'appuie également sur les conclusions scientifiques du sixième Rapport d'évaluation<sup>1</sup> et du Rapport de synthèse<sup>2</sup> récemment publiés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), ainsi que sur celles du rapport 2022 du programme européen Copernicus sur l'état du climat en Europe<sup>3</sup>.

Des six Régions définies par l'OMM, l'Europe est celle qui se réchauffe le plus rapidement. Pour de nombreux pays d'Europe de l'Ouest et du Sud-Ouest, 2022 s'est avérée être leur année la plus chaude avec l'été le plus chaud jamais enregistré: les températures élevées ont exacerbé la sécheresse intense et généralisée, attisé de violents feux de forêt, responsables de la deuxième superficie brûlée la plus vaste jamais enregistrée, et provoqué des milliers de décès liés à la chaleur.

Les alertes précoces sont indispensables pour anticiper des phénomènes extrêmes toujours plus nombreux et réduire leurs impacts. L'OMM, de concert avec le Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes (UNDRR), l'Union internationale des télécommunications (UIT) et la Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge (FICR), dirige l'Initiative des Nations Unies en faveur d'alertes précoces pour tous, lancée par le Secrétaire général de l'ONU, M. António Guterres, lors du Sommet des dirigeants mondiaux qui s'est tenu à l'occasion de la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques de 2022 (COP 27). Le plan d'action correspondant a pour but de renforcer les observations du système Terre et les capacités de surveillance, de prévision et d'alerte au niveau mondial, des améliorations qui auront des retombées positives pour les populations et les secteurs économiques.

Dans cet *État du climat en Europe 2022*, la section consacrée à la politique climatique a pour thème principal l'énergie et se veut plutôt optimiste. Pour la première fois au sein de l'UE, les énergies solaire et éolienne ont pris une place plus importante que le gaz naturel dans la production d'électricité. Il est crucial de développer l'utilisation des ressources renouvelables et à faible teneur en carbone afin de réduire notre dépendance à l'égard des combustibles fossiles et de nous engager sur le chemin de la neutralité climatique et de l'atténuation des changements climatiques induits par l'homme. Les services climatologiques sont essentiels, entre autres, à la résilience des systèmes énergétiques face aux chocs climatiques, à la planification des opérations et à la mise en place de mesures visant à accroître l'efficacité énergétique.

Je saisis cette occasion pour féliciter les auteurs principaux, les experts et les scientifiques pour leur excellente contribution à ce rapport. Je tiens également à remercier pour leur soutien exceptionnel les SMHN, les centres climatologiques régionaux en réseau de l'OMM pour l'Europe, le service Copernicus concernant le changement climatique (C3S), les organismes partenaires des Nations Unies et de l'UE et toutes les institutions qui ont collaboré à la rédaction de cette publication.

Petteri Taalas  
Secrétaire général de l'OMM

# Préface



L'évidence semble s'imposer: l'analyse systématique des évolutions climatiques est essentielle du point de vue sociétal, elle permet une meilleure anticipation des conditions extrêmes futures et une meilleure préparation aux conséquences du réchauffement planétaire.

*L'État du climat en Europe 2022* fournit, une fois de plus, un compte rendu détaillé et précis d'une série d'événements climatiques sans précédent qui ont affecté notre Région. Lorsque l'on compare le rapport de 2021, dans lequel, inévitablement, l'attention se portait sur les violentes tempêtes et les inondations dévastatrices qui avaient touché l'Europe de l'Ouest, avec le rapport actuel, dans lequel les chaleurs extrêmes et la sécheresse prolongée occupent le devant de la scène, la variabilité du climat d'une année sur l'autre apparaît évidente.

En 2022, le stress thermique sans précédent qu'ont connu les Européens a été l'un des principaux facteurs météorologiques de surmortalité. Malheureusement, il ne s'agit pas d'un simple aléa ou d'une bizarrerie du climat. La connaissance actuelle du système climatique et de son évolution, exposée dans le dernier rapport du GIEC, nous permet d'affirmer que ces événements font partie d'un schéma dans lequel les épisodes de stress thermique extrême se feront toujours plus fréquents et intenses dans la Région.

L'intégration toujours plus importante des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique européen s'accompagne d'une sensibilité croissante de notre système à la variabilité du temps et du climat. Il est donc nécessaire de décrire ces changements et de comprendre les éléments moteurs de ces fluctuations. Le présent rapport fournit des informations précieuses sur le climat, nécessaires à une transition vers une réduction à zéro des émissions.

J'encourage les lecteurs à modifier fondamentalement le regard qu'ils portent sur les données décrivant le monde qui les entoure et à dépasser la simple lecture des chiffres et des statistiques présentées ici de manière claire et instructive.

Le C3S, financé par la Commission européenne, collabore avec l'OMM à la mise en exploitation des services climatologiques afin de garantir à chaque citoyen de la Région un accès libre, gratuit et aisé à des données de haute qualité sur le monde dans lequel il vit. Le présent rapport, qui permet aux données de parler d'elles-mêmes, est une étape clé dans ce processus. Le changement climatique s'accélère rapidement et tous les outils à dispositions doivent être mis en œuvre pour faire face aux conditions de vie qui nous attendent.

Ce rapport est le résultat d'un effort collectif impliquant de nombreuses personnes et institutions de toute la Région. Je tiens à remercier les auteurs principaux et l'équipe éditoriale, ainsi que les nombreuses personnes de l'ombre qui ont rendu la publication de ce rapport possible.



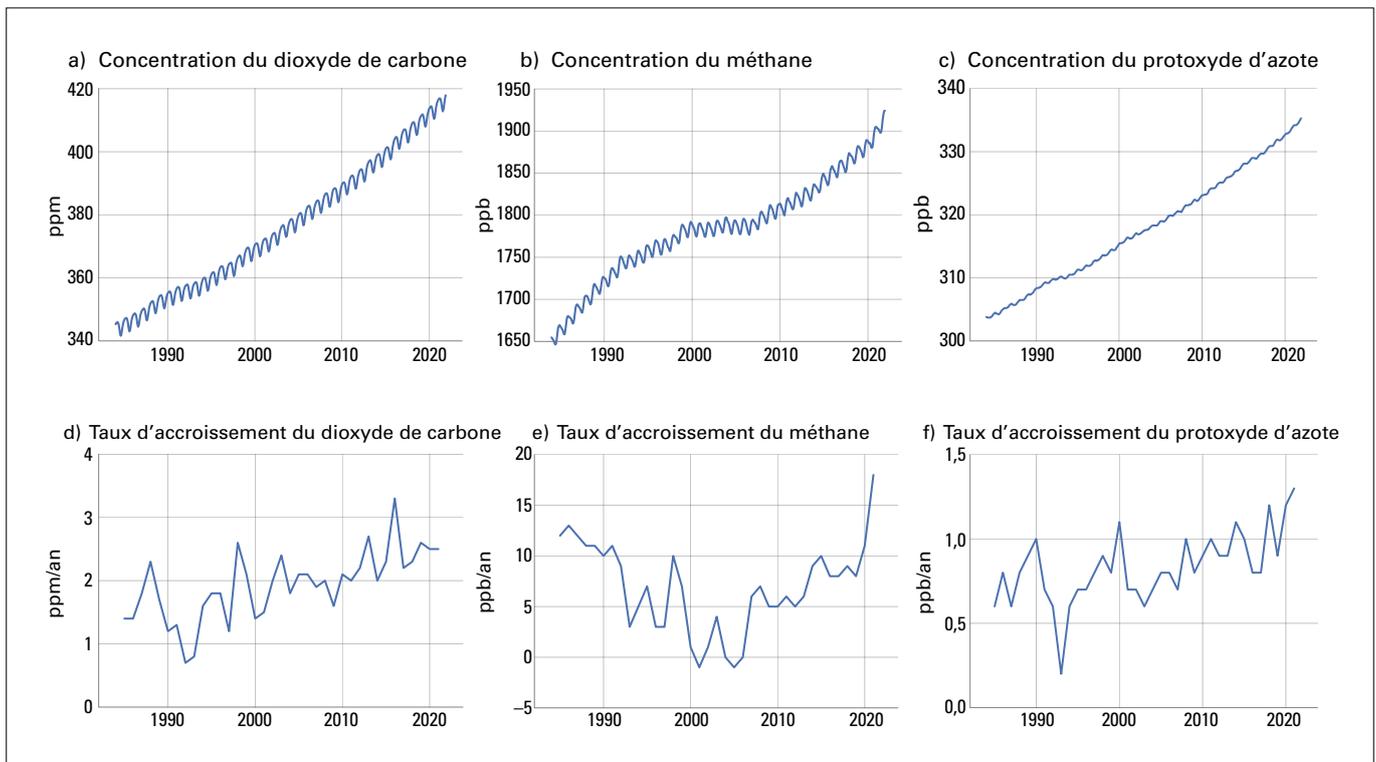
Carlo Buontempo,  
Directeur du service Copernicus concernant le changement climatique.  
Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT)

# Contexte climatique mondial

En 2022, la température annuelle moyenne à l'échelle du globe était supérieure de 1,15 °C [1,02 °C à 1,28 °C] à la moyenne préindustrielle de la période 1850-1900. L'année 2022, malgré le refroidissement induit par La Niña, a été la cinquième ou sixième année la plus chaude jamais enregistrée selon six jeux de données<sup>4</sup>. Les années 2015 à 2022 ont été les huit années les plus chaudes jamais enregistrées, tous jeux de données confondus<sup>5</sup>.

En 2021, dernière année pour laquelle des chiffres globaux consolidés sont disponibles, les trois principaux gaz à effet de serre que sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) ont vu leur concentration atmosphérique atteindre de nouveaux sommets, pour s'établir respectivement à 149 % (415,7 ± 0,2 parties par million (ppm)), 262 % (1 908 ± 2 parties par milliard (ppb)) et 124 % (334,5 ± 0,1 ppb) de leurs niveaux préindustriels (antérieurs à 1750) (figure 1). Au vu des données en temps réel recueillies sur certains sites spécifiques, tels que Mauna Loa<sup>6</sup> (Hawaii, États-Unis d'Amérique) et Kennaook/Cape Grim<sup>7</sup> (Tasmanie, Australie), les concentrations de CO<sub>2</sub>, de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O ont continué d'augmenter.

Au cours des deux dernières décennies, le réchauffement des océans s'est accéléré: le contenu thermique de ces derniers n'avait jamais été aussi élevé qu'en 2022. L'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale, qui s'établit à 4,62 mm par an entre 2013 et 2022, a été alimentée par le réchauffement des océans et la perte de masse accélérée des inlandsis et a atteint un taux record en 2022. Entre 1960 et 2021, l'océan a absorbé environ 25 % des émissions atmosphériques anthropiques annuelles de CO<sub>2</sub><sup>8</sup>, lequel interagit alors avec l'eau de mer et abaisse son pH. Le peu d'observations à long terme qui ont pu être faites en haute mer ont mis en lumière une diminution du pH de l'eau, qui se traduit par une réduction du pH moyen de la surface des océans à l'échelle mondiale de 0,017 à 0,027 unité de pH par décennie depuis la fin des années 1980. Ce processus, connu sous le nom d'acidification des océans, nuit à de nombreux organismes et services écosystémiques<sup>9</sup> et menace la sécurité alimentaire en mettant en péril la pêche et l'aquaculture.



**Figure 1.** En haut: fractions molaires (mesure de la concentration atmosphérique) mensuelles moyennées à l'échelle mondiale a) du CO<sub>2</sub> en parties par million, b) du CH<sub>4</sub> en parties par milliard, et c) du N<sub>2</sub>O en parties par milliard, de 1984 à 2021. En bas: Taux de croissance illustrant la hausse des moyennes annuelles successives des fractions molaires d) du CO<sub>2</sub> en parties par million par année, e) du CH<sub>4</sub> en parties par milliard par année et f) du N<sub>2</sub>O en parties par milliard par année.

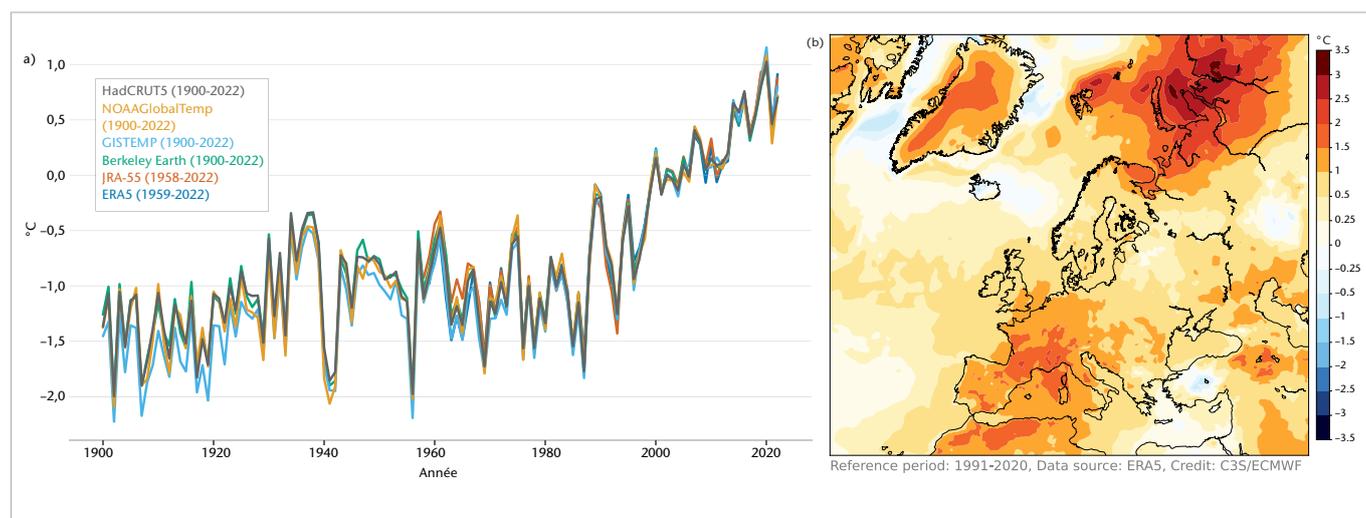
# Climat régional

Les sections qui suivent analysent les indicateurs clés de l'état du climat en Europe (Région VI de l'OMM - Europe; voir la carte en fin de rapport dans la sous-section [Délimitation de la Région](#) sous Jeux de données et méthodes). La température, un indicateur particulièrement important, est décrite en termes d'anomalies ou d'écarts par rapport aux valeurs d'une période de référence. Dans son sixième Rapport d'évaluation, le GIEC<sup>10</sup> utilise la période de référence 1850-1900 pour calculer les anomalies de température moyenne mondiale par rapport aux niveaux préindustriels. Cependant, à l'échelle régionale, cette période n'est pas toujours utilisable comme référence pour le calcul des anomalies, le manque de données empêchant d'obtenir des moyennes régionales avant 1900. C'est pourquoi, le calcul des anomalies de température et d'autres indicateurs se fonde sur la période de normales climatologiques standard de 1991-2020. Les anomalies régionales de température peuvent également être calculées par rapport à la période 1961-1990, recommandée par l'OMM comme période de référence fixe pour l'évaluation des variations de température à long terme. Les exceptions à l'emploi de ces périodes de référence pour le calcul des anomalies sont signalées de manière explicite dans le présent rapport.

## TEMPÉRATURE

La température de l'air en surface a des répercussions sur les systèmes humains et naturels. Elle peut avoir une incidence sur la santé, l'agriculture et la demande d'énergie, ainsi que sur les cycles de croissance dans les milieux naturels. La santé humaine est particulièrement affectée par les températures extrêmes. En Europe, les températures ont considérablement augmenté pendant l'ère industrielle. Depuis les années 1980, l'Europe s'est réchauffée à un rythme de +0,5 °C par décennie, soit un rythme deux fois supérieur à la moyenne mondiale, ce qui en fait la Région de l'OMM qui se réchauffe le plus rapidement<sup>11</sup>.

En 2022, la température moyenne annuelle européenne<sup>12</sup> se situe entre la deuxième et la quatrième valeur la plus élevée jamais relevée, avec une anomalie de 0,79 °C [0,70 °C-0,91 °C] au-dessus de la moyenne de 1991-2020 (figure 2 a)) et de 1,83 °C [1,73 °C-1,92 °C] au-dessus de celle de 1961-1990. Pendant l'année, les températures moyennes annuelles ont excédé de plus de 0,5 °C la moyenne de 1991-2020 dans presque toute la Région; seuls le nord-ouest de l'Islande et une petite partie de la Türkiye ont enregistré des températures légèrement inférieures à la moyenne. Les écarts les plus importants par rapport à la moyenne ont été mesurés dans la partie européenne de l'Arctique et le sud-ouest de l'Europe. En 2022, la majeure partie de l'Europe du Sud-Ouest a connu des températures supérieures de 1 °C à la moyenne de 1991-2020, et, dans certaines régions, elles ont même monté à plus de 2 °C au-dessus de celle-ci (figure 2 b)).



**Figure 2.** a) Anomalie de température moyenne annuelle de l'air en surface (°C) en Europe, correspondant à la Région VI de l'OMM (voir la sous-section [Délimitation de la Région](#) sous Jeux de données et méthodes), pour la période 1900-2022, calculée à l'aide des données provenant de six jeux de données (pour les terres émergées uniquement), et b) pour 2022 à partir de la réanalyse ERA5, par rapport à la période de référence 1991-2020.

**Source:** a) OMM. Note: Jeux de données fondés sur des observations *in situ* – HadCRUT5, Berkeley Earth, NOAA GlobalTemp et GISTEMP; réanalyses – ERA5 et JRA-55. b) Réanalyse ERA5 du service Copernicus concernant le changement climatique (C3S) /Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT). Pour plus de détails sur les jeux de données et les tracés, voir, à la fin du rapport, la sous-section [Température](#) sous Jeux de données et méthodes.

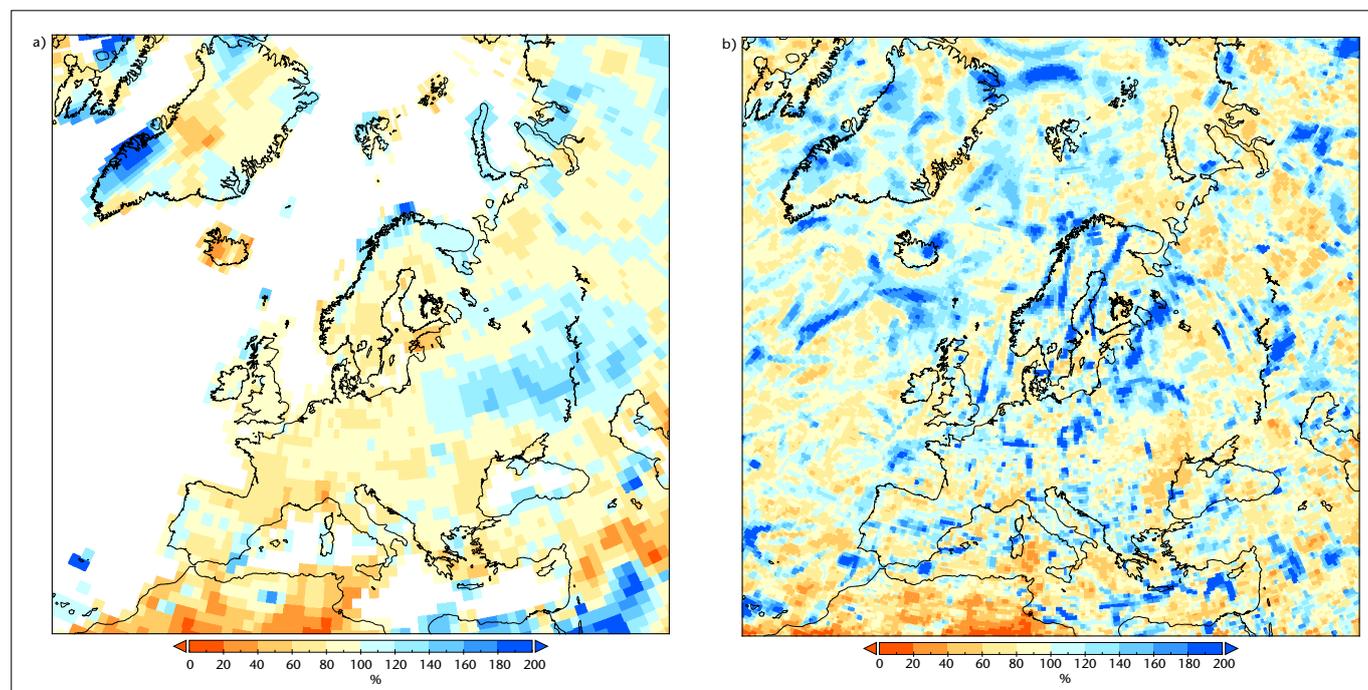
Dans l'ensemble, l'Europe a également vécu son été le plus chaud (calcul sur la base des anomalies saisonnières remontant à 1950)<sup>13</sup>. Des températures annuelles record ont été relevées dans l'ouest et le sud-ouest de l'Europe (secteurs dans lesquels plusieurs pays ont enregistré leur année la plus chaude: l'Allemagne, la Belgique, l'Espagne, la France, l'Irlande, l'Italie, le Luxembourg, le Portugal, le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et la Suisse). Depuis les années 1990, l'Arctique se réchauffe à un rythme bien supérieur à la moyenne mondiale et le nord-ouest de la Sibérie a enregistré en 2022 des températures moyennes annuelles supérieures de plus de 3 °C à la moyenne de 1991-2020.

## PRÉCIPITATIONS

La hauteur des précipitations, variable essentielle de la surveillance du climat, présente généralement une plus grande variabilité spatio-temporelle que la température. Un déficit de précipitations entraîne des sécheresses, tandis qu'un excédent peut provoquer des inondations et/ou une hausse du débit fluvial et de l'humidité du sol.

Dans l'ensemble, ce sont des hauteurs de précipitation inférieures à la moyenne de 1991-2020 (figure 3 a)) qui sont tombées sur une grande partie de la Région VI de l'OMM. Les plus importants déficits de précipitations annuelles ont été observés dans le sud du golfe de Finlande, le sud de la France et le nord-ouest de l'Italie, ainsi que dans les îles de la mer Égée et du Moyen-Orient. À l'inverse, les excédents de précipitations annuelles les plus importants ont été relevés le long de la côte nord de la Scandinavie, des marais de Pripet (sud du Belarus et nord-ouest de l'Ukraine) aux hauts plateaux de la Volga (partie européenne de la Fédération de Russie), autour de la Costa Blanca (Espagne), de la Crète (Grèce), des Hébrides extérieures (nord-ouest de l'Écosse) et sur les îles Féroé (Danemark). L'année 2022 a été la quatrième année consécutive de déficit pluviométrique sur la péninsule ibérique et la troisième sur les régions montagneuses des Alpes et des Pyrénées.

La figure 3 b) illustre les anomalies du cumul maximum de précipitations journalières sur l'année (RX1) par rapport à la moyenne à long terme de 1991-2020. Les régions les plus vastes ayant des anomalies RX1 positives sont marquées en bleu et se situent en Europe de l'Est. D'autres régions d'Europe, dont le total annuel de précipitations



**Figure 3.** a) Anomalie relative du total des précipitations annuelles de 2022 par rapport à la période 1991-2020. Les couleurs jaune, orange et rouge indiquent un déficit de précipitations et la couleur bleue indique un excédent de précipitations. b) Anomalie du cumul maximum de précipitations journalières (RX1) de 2022 par rapport à la période de référence 1991-2020. Le bleu indique les régions où le RX1 est supérieur à la moyenne annuelle et le marron indique les régions où il est inférieur à la moyenne à long terme.

Source: a) Centre mondial de climatologie des précipitations (GPCP), Service météorologique allemand (DWD), Allemagne. b) ERA5 du CEPMMT

est resté inférieur à la normale (comme l'Europe occidentale, méridionale et centrale) ont également enregistré des anomalies RX1 positives. Pour autant, les régions avec un excédent pluviométrique annuel n'ont pas toutes relevé des anomalies RX1 positives (par exemple, autour de la Costa Blanca).

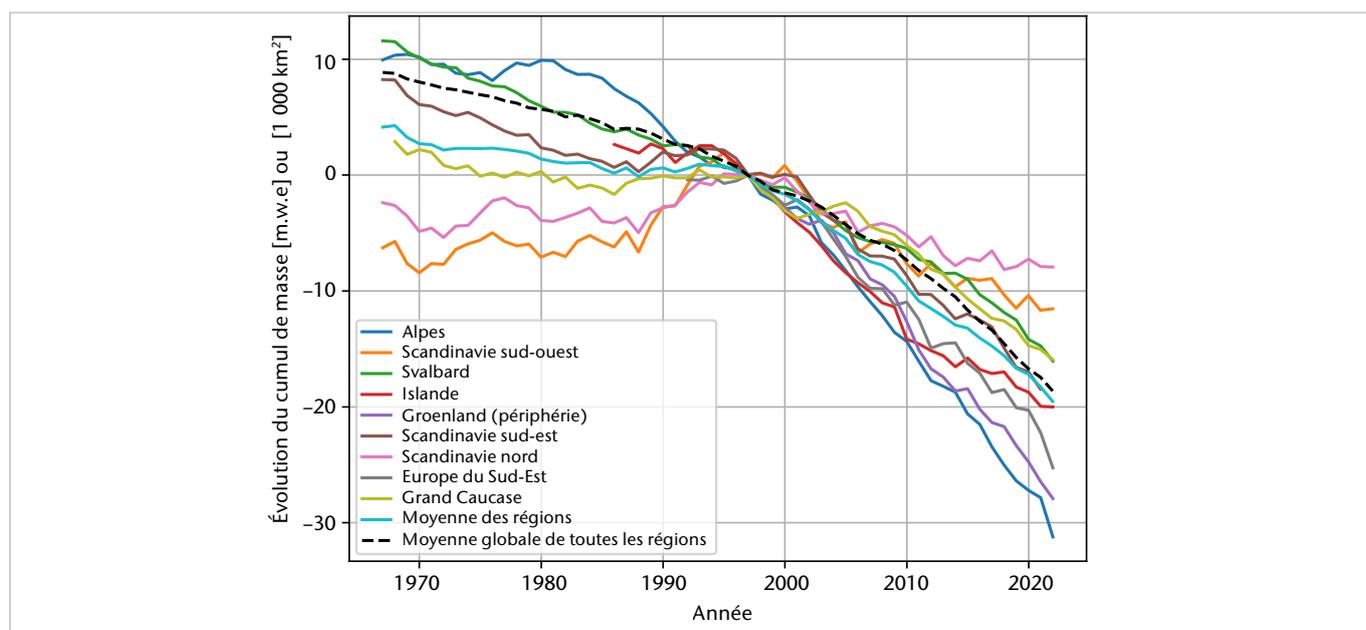
## CRYOSPHERE

La cryosphère comprend les parties du système terrestre où l'eau est présente à l'état solide, ce qui inclut les inlandsis, les plates-formes de glace, les glaciers, la couche neigeuse, le pergélisol (sol gelé), la glace de mer et la glace des lacs et cours d'eau, autant de formes qui existent dans la Région. À mesure que la planète se réchauffe, la cryosphère subit de profonds changements, alors qu'elle joue un grand rôle dans le système climatique, comme le démontrent les sections ci-dessous<sup>14</sup>.

### GLACIERS ET INLANDSIS DU GROENLAND

La glace terrestre, sous la forme d'inlandsis et de glaciers, est importante pour le système climatique planétaire: elle stocke de grandes quantités d'eau en dehors des océans pendant de longues périodes et participe à la régulation de l'albédo en réfléchissant les rayons de courte longueur d'onde. Toute modification de la masse de glace stockée sur les terres émergées, par exemple lorsque les inlandsis et les glaciers croissent ou diminuent, se répercute non seulement sur le climat local, mais aussi sur le niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale. La masse des glaciers s'accroît par l'accumulation de neige et diminue principalement par la fonte en surface, du fait des interactions avec l'atmosphère ou, aux fronts, avec l'eau des lacs et des océans.

Entre 1997 et 2022, les glaciers européens ont perdu environ 880 km<sup>3</sup> de glace et c'est dans les Alpes que les pertes de glace les plus importantes ont été enregistrées, avec un amincissement moyen de l'épaisseur de glace atteignant 34 m (figure 4)<sup>15</sup>. Rien qu'en 2022, les glaciers des Alpes européennes ont enregistré une perte de masse de plus de 3 m d'équivalent en eau, un recul annuel record qui s'explique par un enneigement hivernal très faible et un été très chaud. De plus, différentes tempêtes de sable ont déposé de grandes quantités de poussière saharienne sur de nombreux glaciers européens, un phénomène qui a contribué à accélérer la fonte du manteau neigeux hivernal<sup>16</sup>.



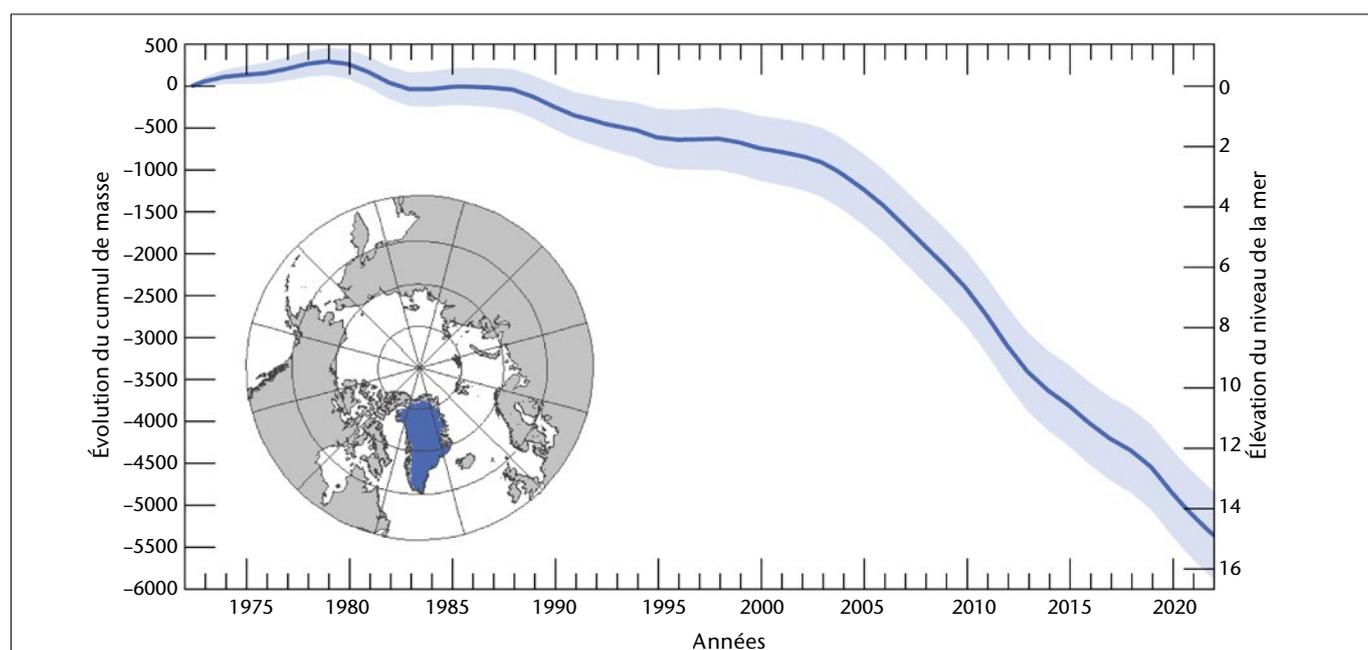
**Figure 4.** Changements de masse cumulés, entre 1967 et 2022, des glaciers d'Europe pour lesquels on dispose de relevés à long terme dans neuf régions différentes. Le bilan de masse est exprimé en mètre d'équivalent en eau par rapport à 1997.  
*Source:* Données du Service mondial de surveillance des glaciers (WGMS) (2021, mises à jour). Graphique initialement publié dans le rapport Climate Indicators – Glacier Indicator du C3S, le 20 avril 2023: <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/glaciers>.

L'inlandsis du Groenland a perdu  $5\,362 \pm 527$  Gt de glace entre 1972 et 2021, contribuant à une élévation de  $14,9 \pm 1,5$  mm du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale<sup>17</sup>. En 2021, dernière année pour laquelle on dispose de données consolidées (figure 5), l'inlandsis du Groenland avait perdu  $234 \pm 86$  Gt de glace, une perte inférieure à celle de 2019, une année record durant laquelle l'inlandsis du Groenland avait connu un recul de  $444 \pm 93$  Gt, en raison d'un épisode de fonte intense de sa surface. Des estimations indépendantes provenant de différentes sources indiquent que l'inlandsis du Groenland a continué à perdre de sa masse au cours de l'année 2022 de bilan de masse<sup>18</sup>. En outre, en septembre 2022, le Groenland a été touché par une fonte généralisée de sa surface, la plus importante depuis plus de vingt ans.

## GLACE DE MER

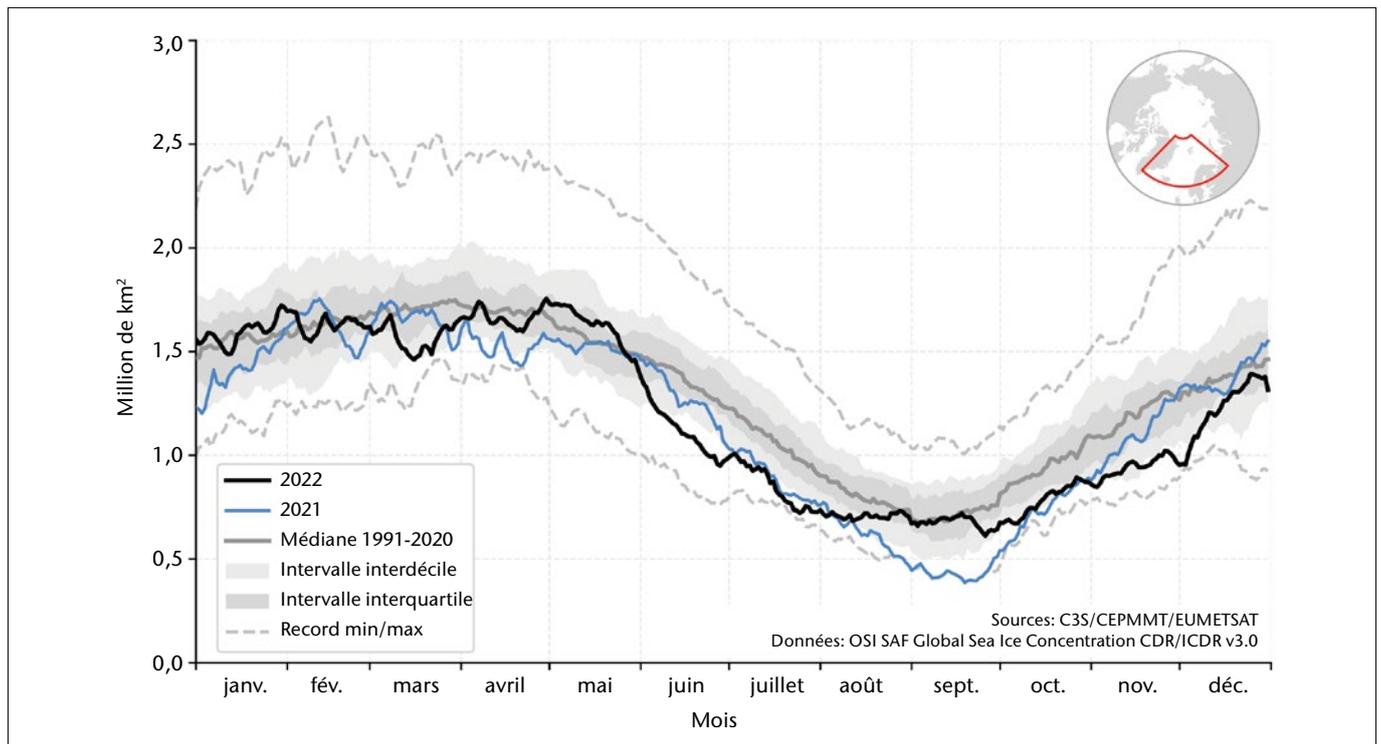
Alors que, de janvier à mi-mai, l'étendue de glace de mer dans la partie européenne de l'Arctique<sup>19</sup> est restée relativement proche de la moyenne de 1991-2020, elle a ensuite connu un recul rapide jusqu'à atteindre des niveaux inférieurs à la moyenne au début du mois de juin et se stabiliser vers la mi-juillet (figure 6). En septembre, période de son minimum annuel, l'étendue mensuelle moyenne était inférieure de 6 % à la normale, la quatorzième valeur la plus faible des relevés satellitaires pour la période 1979-2022. À partir d'octobre, elle est restée sous la moyenne. Septembre 2022 contraste fortement avec septembre 2021, période pendant laquelle la glace de mer dans le secteur européen de l'Arctique avait atteint son étendue la plus faible jamais enregistrée, inférieure de 40 % à la moyenne. Le record de 2021 s'explique par l'étendue historiquement faible de la glace de mer du Groenland. En 2022, l'étendue de glace de mer dans ce secteur est restée relativement proche de la moyenne tout au long de l'année. Le recul rapide de la fin du mois de mai et du début du mois de juin 2022 a été causé par des vents chauds venus du sud qui ont soufflé sur la mer de Barents et provoqué un recul rapide et une dérive de la lisière des glaces de mer vers le Nord. L'étendue des glaces de mer dans cette partie du secteur arctique européen est restée inférieure à la moyenne jusqu'à la fin de l'année, principalement en raison d'une couche de glace de mer très inférieure à la normale entre Svalbard (Norvège) et Terre François-Joseph (Fédération de Russie).

Dans la mer Baltique, l'étendue des glaces de mer est souvent caractérisée par son maximum hivernal. Au cours de l'hiver 2021/22, le maximum, atteint au début du mois de février, était d'environ 93 000 km<sup>2</sup>, une valeur qui permet de qualifier cette saison de «faible hiver de glace»<sup>20</sup>. Cette étendue maximale est la dixième plus faible enregistrée depuis quatre décennies, et la cinquante-cinquième plus basse de l'ensemble des relevés établis depuis plus de 300 ans<sup>21</sup>.



**Figure 5.** Bilan de masse cumulé de l'inlandsis du Groenland et contribution correspondante au niveau moyen de la mer à l'échelle du globe, pour la période 1972-2021 (le marquage de l'année indique le début de l'année). L'ombrage représente l'incertitude cumulée.

Source: Données tirées de l'exercice de comparaison des bilans de masse des inlandsis (IMBIE): <http://imbie.org/>



**Figure 6.** Étendue quotidienne cumulée des glaces de mer dans le secteur arctique européen en 2021 (bleu) et 2022 (noir). Le graphique montre en nuances de gris la médiane journalière (ligne continue), l'intervalle interdécile (ombrage clair) et l'intervalle interquartile (ombrage foncé) au cours de la période de référence 1991-2020, ainsi que le minimum et le maximum journaliers au cours de la période 1979-2022 (lignes pointillées). Le secteur arctique européen est délimité en rouge sur la carte en médaillon.

Source: L'étendue de la glace de mer est dérivée de la version 3.0 de l'enregistrement des données climatologiques sur la concentration mondiale des glaces de mer (provisoire) du Centre d'applications satellitaires océan et glaces de mer (OSI SAF) d'EUMETSAT: <https://osi-saf.eumetsat.int/products/osi-430-a>

## OCÉAN

La Région VI de l'OMM comprend plusieurs grands bassins océaniques, sous-régions et grands lacs: le secteur est-atlantique de l'Arctique, la mer du Nord, les mers Baltique, Méditerranée et Noire, ainsi qu'une partie de la mer Caspienne. Ces bassins jouent un rôle majeur dans la détermination des conditions climatiques et météorologiques de la Région et sont fortement touchés par les changements climatiques à l'échelle mondiale et régionale.

### TEMPÉRATURE DE LA MER EN SURFACE

La surface de la mer est le point de rencontre de l'océan et de l'atmosphère. La température de la surface de la mer (SST) permet de surveiller les flux d'énergie entre ces derniers et de comprendre l'influence de l'océan sur le temps et le climat. Elle fournit une indication essentielle sur l'état du réchauffement des océans, et le contenu thermique de l'océan sur le réchauffement en profondeur. Tous les grands bassins océaniques de la Région ont connu un réchauffement général au cours de l'ère industrielle, même si leur rythme de réchauffement diffère.

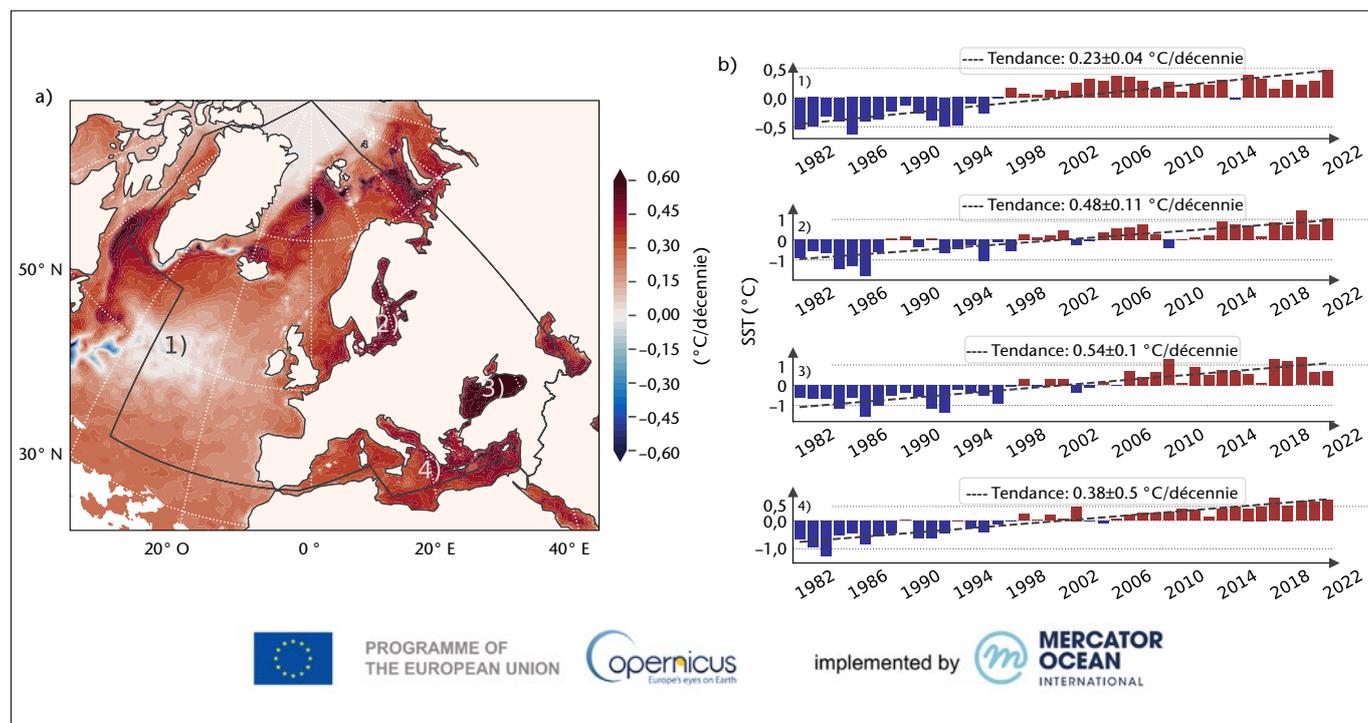
La SST moyenne de la zone nord-atlantique de la Région Europe de l'OMM a connu sa valeur la plus élevée en 2022, dans le contexte d'une tendance à long terme d'augmentation de  $0,23 \text{ °C} \pm 0,04 \text{ °C}$  par décennie (figure 7 b), 1)). À titre de comparaison, la moyenne mondiale de la SST affichait un taux d'augmentation de  $0,015 \text{ °C} \pm 0,01 \text{ °C}$  par an ces dernières décennies. La SST a dépassé la tendance au niveau sous-régional en affichant des taux plus élevés dans la mer Noire ( $0,54 \text{ °C} \pm 0,10 \text{ °C}$  par décennie), dans la mer Baltique ( $0,48 \text{ °C} \pm 0,11 \text{ °C}$  par décennie) et enfin dans la mer Méditerranée ( $0,38 \text{ °C} \pm 0,05 \text{ °C}$  par décennie) (figure 7 b), 2) à 4)). De la même façon, c'est dans la partie orientale de la Région, notamment le sud de l'Arctique, la mer Baltique, la mer Noire et le bassin oriental de la mer Méditerranée, que les taux de réchauffement de la surface océanique ont été les plus importants, soit 3 à 4 fois supérieurs aux moyennes mondiales (figure 7(a)). Le reste du bassin méditerranéen se réchauffe 2 à 3 fois plus vite

que la moyenne mondiale, tandis que le plateau continental nord-ouest européen se réchauffe à un rythme de 0,1 °C à 0,2 °C par décennie. La limite la plus occidentale enregistre un léger refroidissement depuis le dernier quart de décennie en lien avec des variations dans cette zone, qualifiées de «trou de réchauffement de l'Atlantique Nord» ou «bulle froide», et qui seront plus détaillées dans la section consacrée au [contenu thermique de l'océan](#).

## CONTENU THERMIQUE DE L'OcéAN

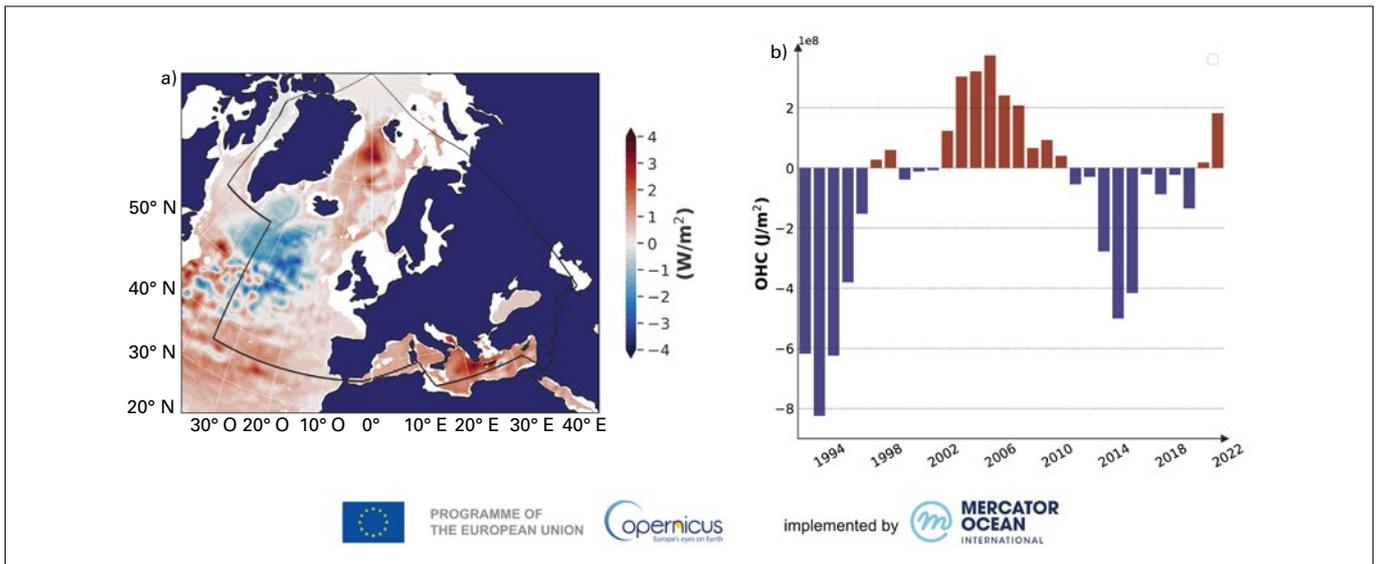
Les océans ont absorbé jusqu'à 90 % de l'excédent de chaleur induit par les émissions anthropiques de gaz à effet de serre. Il en résulte un réchauffement visible qui sera irréversible à l'échelle du siècle ou du millénaire<sup>22,23,24</sup>. Le GIEC a conclu qu'«il est *quasi-certain* que la partie supérieure de l'océan mondial (0-700 m) s'est réchauffée depuis les années 1970 et [...] *extrêmement probable* que l'influence humaine en [soit] le principal facteur»<sup>25</sup>.

Ces dernières années, le réchauffement moyen de la partie supérieure de l'océan (0 à 700 m de profondeur) de la Région (voir la zone délimitée par une ligne noire sur la figure 8 a)) a été dominé par les variations annuelles dans la région subpolaire de l'Atlantique Nord, qui se superposent à la tendance au réchauffement à long terme<sup>26</sup>. L'incertitude autour du taux de réchauffement est élevée et la tendance n'est pas significative (figure 8 b)). À l'échelle régionale, c'est dans la mer Méditerranée que ce réchauffement est le plus visible, avec une augmentation supérieure à 2 W m<sup>-2</sup> dans le bassin oriental. À la limite atlantique, les taux régionaux de réchauffement sont de l'ordre de 0,5 à 1,0 W m<sup>-2</sup>. En d'autres termes, la zone la plus occidentale de la Région VI de l'OMM est caractérisée par un refroidissement à l'échelle décennale qui atteint plus de -2 W m<sup>-2</sup> sur la période 1993-2022 (figure 8 a)). Les évolutions dans cette zone sont associées à ce que l'on appelle le trou de réchauffement de l'Atlantique Nord, ou bulle froide de l'Atlantique Nord – des variations liées à des phénomènes tels que les changements dans la circulation océanique des hautes latitudes et les processus air-mer liés aux modifications de la couverture nuageuse basse<sup>27,28</sup>.



**Figure 7.** a) Tendances de la SST (en °C par décennie) pour la période 1982-2022; b) Séries chronologiques des anomalies de la SST régionales moyennes (en °C), par rapport à la période de référence 1982-2022, pour les zones indiquées sur la figure 7a): 1) Atlantique Nord; 2) mer Baltique; 3) mer Noire; et 4) mer Méditerranée. La Région Europe est délimitée par une ligne noire.

Source: Service Copernicus de surveillance du milieu marin (CMEMS)/Mercator Océan International, France. Dérivation du produit de télédétection pour 1982-2021 (voir <https://doi.org/10.48670/moi-00168>), et pour 2022 (voir <https://doi.org/10.48670/moi-00165>), téléchargé depuis le CMEMS.

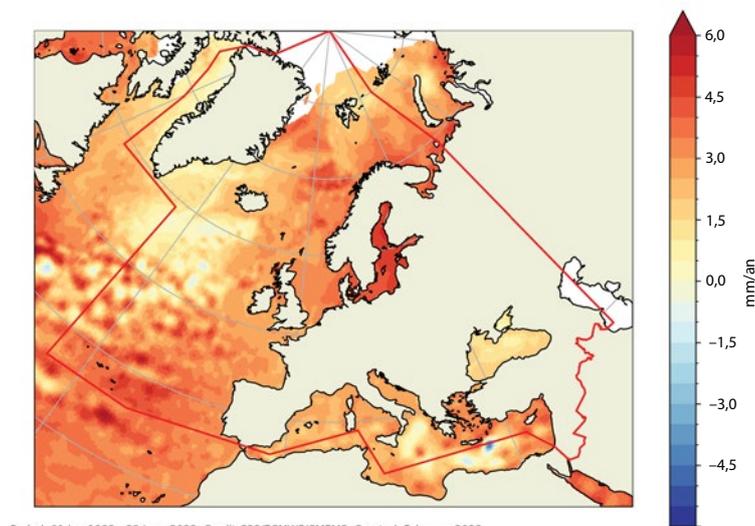


**Figure 8.** a) Anomalies régionales du contenu thermique de l’océan (0 à 700 m de profondeur) de 2022 (par rapport à la climatologie de 2005-2022). La Région Europe de l’OMM est délimitée par une ligne noire. Les zones blanches représentent les secteurs de moins de 300 m de profondeur, qui ont été exclus de l’analyse en raison des limites de la densité de mesures océaniques. b) Anomalies annuelles du contenu thermique de l’océan pour la période 1993-2022 (par rapport à la climatologie de 2005-2022).

Source: CMEMS/Mercator Océan International, France, dérivé d’un produit basé sur les observations diffusé par le CMEMS (<https://doi.org/10.48670/moi-00052>)

## NIVEAU DE LA MER

Les variations du niveau moyen de la mer reflètent à la fois l’effet d’expansion thermique dû à l’apport de chaleur dans l’océan et la perte de masse des inlandsis et des glaciers<sup>29</sup>. On observe des variations interannuelles et à long terme du niveau de la mer à l’échelle mondiale et régionale. Ces variations peuvent affecter les habitants des zones côtières, en venant se superposer aux effets de subsidence et de rebond des terres, et peuvent accroître le risque d’inondations côtières pour les personnes exposées et vulnérables<sup>30</sup>. Depuis 1993, le niveau moyen de la mer s’est élevé à un rythme moyen de  $3,4 \pm 0,3$  mm/an à l’échelle du globe<sup>31</sup>. Au niveau régional, les tendances absolues du niveau de la mer observées par satellite présentent des variations spatiales, la plupart des mers européennes affichant des tendances comprises entre 2 et 4 mm/an<sup>32</sup> (figure 9)<sup>33</sup>.



Period: 01 Jan 1993 - 23 June 2022, Credit C3S/ECMWF/CMEMS, Created: February 2023

**Figure 9.** Évolution du niveau de la mer (en mm/an) entre janvier 1993 et juin 2022 calculée à partir de l’altimétrie satellitaire. Les données n’ont pas été corrigées en fonction de l’ajustement isostatique glaciaire ni de la dérive instrumentale TOPEX-A. La ligne rouge délimite la Région VI de l’OMM (Europe).

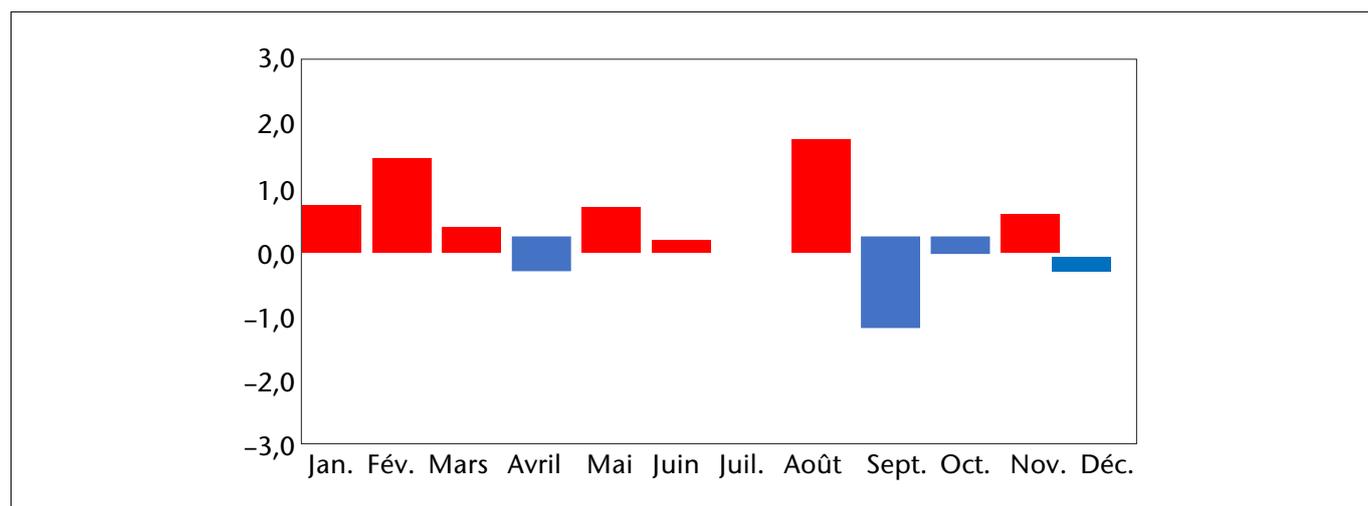
Source: Indicateur de suivi pour les océans du CMEMS, fondé sur le produit C3S du niveau de la mer.

# Principaux régimes de circulation atmosphérique dans la Région en 2022

Pour ce qui est du climat régional, et en dépit des tendances au réchauffement à des échelles décennales, on assiste d'une année sur l'autre à une variabilité due à certains facteurs climatiques. Durant la majeure partie de l'année 2022, la température moyenne mensuelle de la Région VI de l'OMM a été plus élevée que la normale. L'oscillation nord-atlantique (NAO), qui décrit les changements d'intensité de deux régimes de pression récurrents dans l'atmosphère au-dessus de l'Atlantique Nord, joue un rôle clé dans la variabilité du climat en Europe.

La NAO a été positive du début de l'année jusqu'à une bonne partie du mois de mars, contribuant à un début d'année chaud dans presque toute l'Europe et à une période de chaleur en Europe du Nord en mars (voir la figure 10, indice mensuel de la NAO en 2022). Le courant-jet puissant qui l'accompagne a été à l'origine de certaines des tempêtes baptisées en février, et une situation de blocage survenue au printemps 2022 a été associée à un coup de froid en avril.

Durant l'été, conformément à un indice positif de la NAO, une bande de hautes pressions s'étendant sur le centre de l'Atlantique Nord, l'Europe occidentale et le nord-est de l'Europe a contribué à des records de températures et des conditions sèches dans ces zones. Les périodes prolongées de conditions anticycloniques, et le manque persistant de précipitations dans de vastes zones européennes de l'hiver jusqu'à l'été, ont favorisé l'apparition de vagues de chaleur pendant l'été.



**Figure 10.** Valeurs moyennes mensuelles de l'indice de l'oscillation nord-atlantique (NAO) en 2022

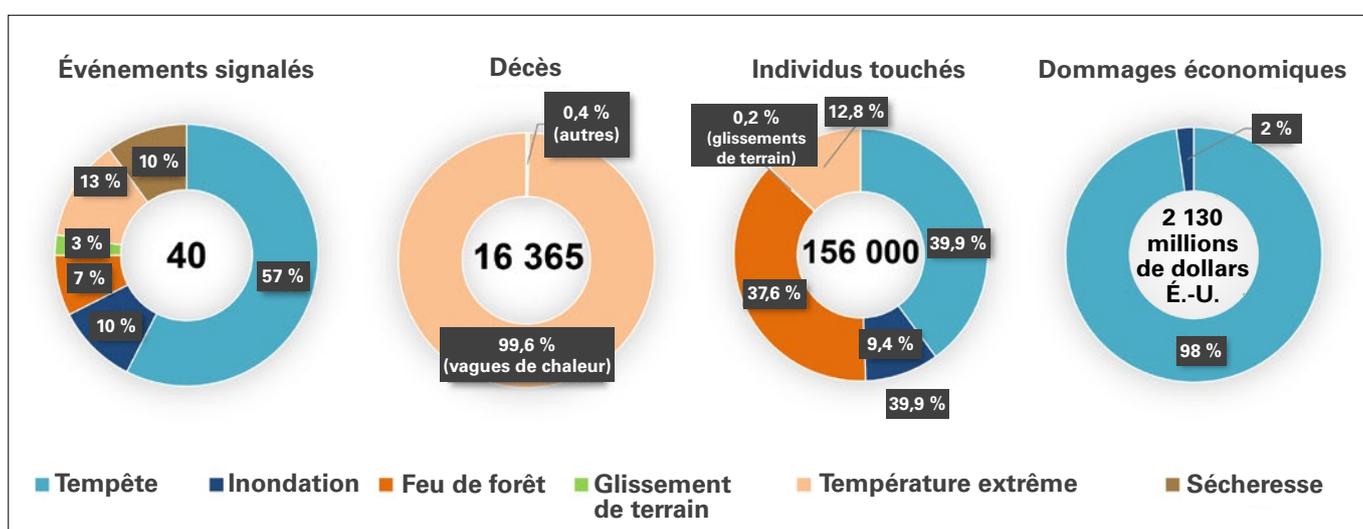
Source: Données tirées du Centre de prévision du climat de l'Administration américaine pour les océans et l'atmosphère (NOAA)

# Phénomènes extrêmes et impacts

## DESCRIPTION GÉNÉRALE

Pendant l'année 2022, la Région a été frappée par divers événements extrêmes liés au temps, au climat et à l'eau. Quelques événements exceptionnels choisis sont décrits dans les sous-sections suivantes.

D'après les informations contenues dans la base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT)<sup>34</sup>, 40 phénomènes météorologiques, hydrologiques et climatiques ont touché l'Europe en 2022, provoquant 16 365 décès et affectant directement 156 000 personnes (figure 11). Les inondations et les tempêtes ont représenté 67 % de ces phénomènes. Elles ont entraîné des dizaines de décès et causé 99,9 % des dommages économiques totaux (soit pratiquement 2 milliards de dollars des États-Unis, une somme bien inférieure aux 50 milliards de dollars É.U. de 2021 dus en grande partie aux inondations qui avaient touché l'Europe occidentale et centrale). Les vagues de chaleur (13 % de l'ensemble des phénomènes) ont, elles, été les plus mortelles. Elles ont, en effet, provoqué 99,6 % des décès excédentaires, soit 16 305 décès. Les chiffres relatifs à l'incidence des événements extrêmes de 2022 seraient bien plus importants si certaines données n'étaient pas manquantes.



**Figure 11.** Phénomènes extrêmes liés au temps, au climat et à l'eau en Europe en 2022. Note: Les chiffres d'incidence de certaines catastrophes ne sont pas connus, certaines données n'étant pas disponibles. Certains événements transnationaux peuvent être signalés individuellement par chacun des pays concernés.

Source: Données tirées d'EM-DAT

## FORTES PRÉCIPITATIONS ET INONDATIONS

Le 11 janvier, la Grèce, en particulier la partie orientale de la Thessalie, les îles Sporades et les préfectures proches de la Macédoine, a été touchée par la tempête *Diomedes*, qui a déversé de fortes pluies sur l'est de la Méditerranée. La station météorologique de l'Observatoire national d'Athènes, située dans le village de Portaria, a enregistré plus de 340 mm de précipitations en 16 heures, soit une valeur proche du total annuel des précipitations à Athènes (378 mm à la station de Thissio, près du centre d'Athènes). Les inondations ont fait deux morts en Macédoine centrale et un décès dans la ville de Karditsa, en Thessalie.

Au mois de septembre, plusieurs zones du sud de l'Europe ont été touchées par de fortes pluies et des inondations. Dans les Marches, au centre de l'Italie, des pluies torrentielles ont provoqué des inondations les 15 et 16 septembre. De nombreuses régions ont été privées d'électricité, de télécommunications et d'eau potable. Pour échapper aux inondations, les habitants ont trouvé refuge sur les toits des maisons et dans les arbres. En 12 heures, les hauteurs des précipitations ont atteint 419 mm, soit l'équivalent de quatre mois de précipitations moyennes. Plusieurs cours d'eau et rivières sont sortis de leur lit. Le 16 septembre, l'état d'urgence a été déclaré par le Conseil des ministres italien pour une durée de 12 mois. En Croatie, ce sont 287,5 mm de pluie qui se sont déversés à Rijeka en 24 heures (de 0500 UTC le 28 septembre à 0500 UTC le 29 septembre) à la fin du mois de septembre. Ce chiffre dépasse le précédent record de hauteur de précipitations sur 24 heures enregistré à cette station et remontant à septembre 2013 (248,9 mm). Ces pluies ont provoqué des crues soudaines dévastatrices et fait un mort à Rijeka.

De fortes chutes de pluie et de grêle, survenues en novembre, ont également causé des dégâts dans le centre et l'est de l'Espagne. Des inondations ont été enregistrées dans les régions de Valence, Castille et León. L'aéroport de Valence a notamment dû fermer pour cause d'inondation. Dans différentes parties de ces régions, les cumuls de précipitations sur 48 heures ont atteint entre 150 et 300 mm, avec par exemple 208,4 mm enregistrés à l'aéroport de Valence. Plusieurs records de précipitations ont été battus en novembre à l'aéroport: l'averse la plus intense (66,1 mm en une heure), le total journalier de précipitations le plus élevé (148,4 mm) et le total de précipitations le plus important pour un mois de novembre (211,1 mm).

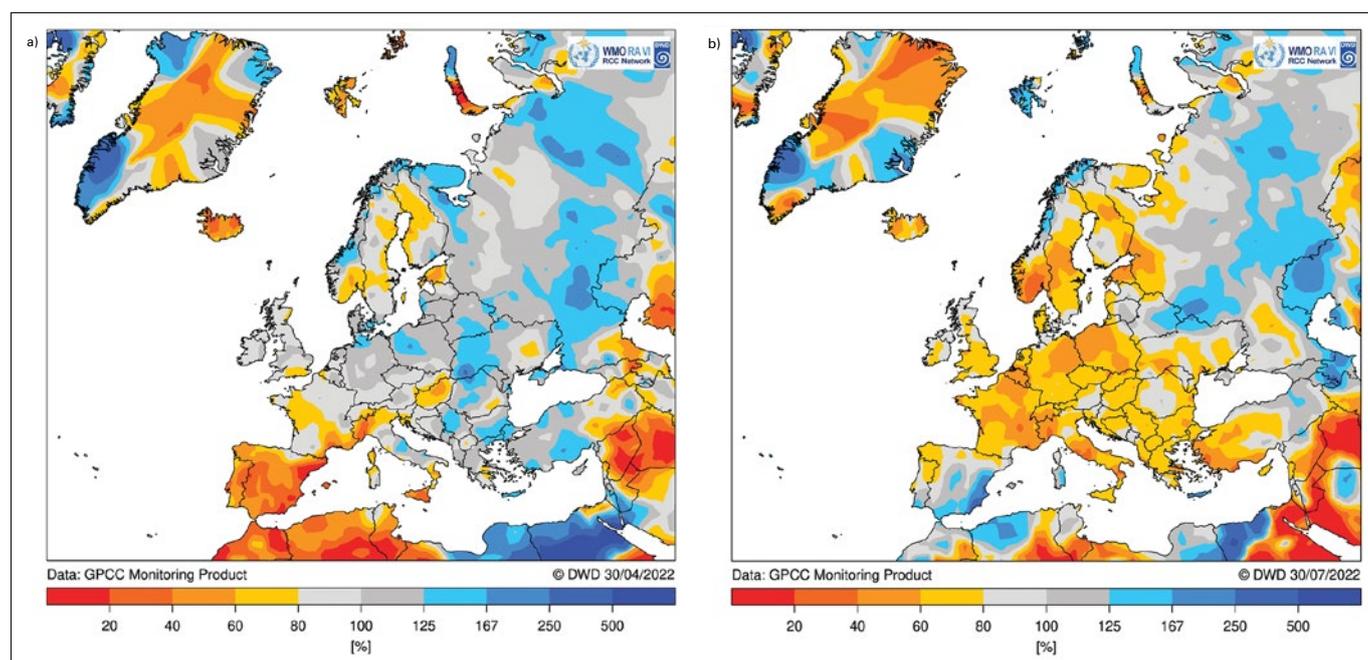
Dans la province d'Antalya, en Türkiye, la tempête *Gaia*, survenue le 12 décembre, a causé de fortes pluies (plus de 200 mm en 24h), responsables d'inondations. Dans cette province, la ville de Finike a enregistré une hauteur de précipitations de 253,8 mm en 24 heures. La pluie a causé la crue de plusieurs cours d'eau, entraînant des inondations dommageables et des problèmes de transport. Ces inondations ont endommagé environ 500 véhicules, une centaine de maisons et plus de 1 200 hectares de cultures et de terres agricoles.

## SÉCHERESSE

La sécheresse a sévi dans une grande partie de l'Europe tout au long de l'année. L'hiver (de décembre 2021 à février 2022) a été marqué, dans de vastes régions du sud-ouest de l'Europe, par une sécheresse imputable à une NAO hivernale positive et à un régime de blocage (figure 12 a)). À la fin du mois de février, 96 % du Portugal était en proie à une sécheresse grave ou extrême.

Au printemps, les déficits de précipitations et d'humidité du sol se sont généralisés dans de très vastes régions d'Europe, mais ont épargné la péninsule ibérique, où les conditions ont été temporairement améliorées par des précipitations (figure 12 b)). L'épisode de sécheresse a atteint son apogée au début du mois d'août. Il est à noter que l'Europe occidentale et centrale avait déjà connu des épisodes de sécheresse au cours des étés 2018, 2019 et 2020.

Les principaux cours d'eau européens ont enregistré de faibles débits d'étiage. Le faible niveau du fleuve Pô a nui aux rendements des cultures et permis à l'eau de mer de pénétrer sur 40 km à l'intérieur des terres, perturbant les écosystèmes fluviaux. Les niveaux excessivement bas du Pô et des autres cours d'eau s'expliquent en partie par un déficit important de chutes de neige. Ainsi, le 4 juillet, le Gouvernement italien a déclaré l'état d'urgence dans cinq régions, où réside 42 % de la population italienne. Les volumes insuffisants d'eau disponible ont entraîné une réduction de la production d'énergie hydroélectrique et thermoélectrique. Dans certaines régions, comme



la Lombardie, les réserves d'eau totales (lacs, réservoirs et équivalent en eau de la neige) sont passées en dessous du plus bas niveau enregistré au cours des 15 dernières années en raison de la rareté des précipitations.

À la mi-août, 71 des 96 départements de France métropolitaine étaient en alerte à la sécheresse et subissaient des restrictions d'utilisation de l'eau. Certaines régions n'avaient même plus accès à l'eau courante. Les exploitants agricoles se sont vu interdire l'irrigation de leurs champs, ce qui a eu de graves conséquences en termes de production. Depuis 1976, la France n'avait pas connu de période janvier-septembre aussi sèche et en France et le Royaume-Uni et Uccle (Belgique) de période janvier-août aussi sèche.

La baisse du niveau des rivières et des réservoirs d'eau, causée par le déficit de précipitations, a engendré une réduction de la production d'énergie hydroélectrique et thermoélectrique. La production de plusieurs centrales nucléaires françaises a également pâti du bas niveau des eaux et des températures élevées<sup>35</sup>.

Au Portugal et en Espagne, le déficit de précipitations de l'année hydrologique (d'octobre 2021 à septembre 2022) s'est répercuté sur le niveau des réservoirs d'eau. La réserve d'eau espagnole est tombée à 41,9 % de sa capacité totale le 26 juillet et certains bassins ont affiché des niveaux encore inférieurs, comme celui du Guadalquivir, dans le sud de l'Espagne, qui n'était qu'à 25,6 % de sa capacité.

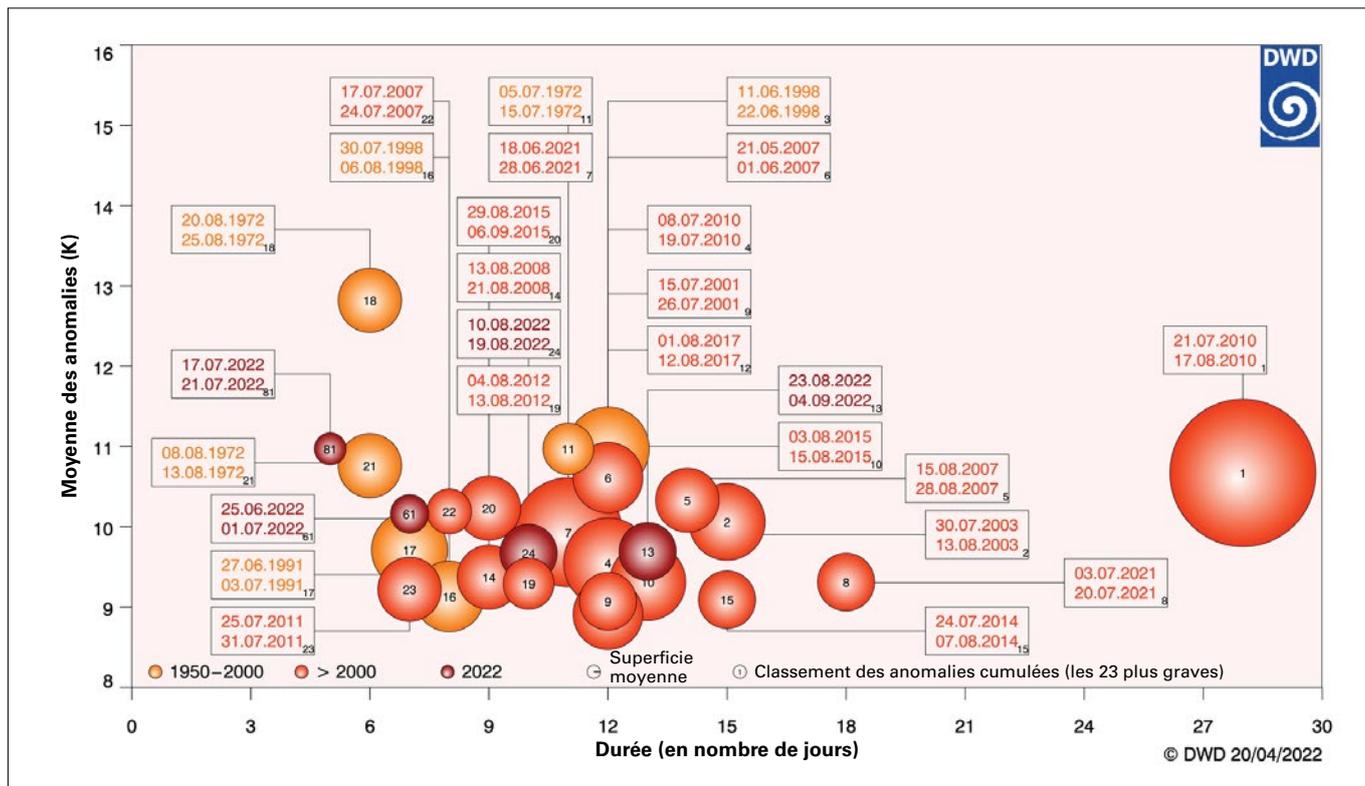
En Europe centrale, la sécheresse généralisée a aussi eu des répercussions sur la production agricole. En Allemagne, les récoltes de céréales ont diminué, tout comme celles de betterave sucrière, de maïs et de raisin plus tard dans l'été. À différents niveaux du Rhin, de nouveaux records d'étiage ont été relevés. Trois États du centre-ouest de l'Allemagne ont connu leur été le plus sec jamais enregistré, alors que cette même région avait subi l'année précédente des inondations extrêmes. En Pologne, environ 64 % des stations limnimétriques du réseau national d'observation ont enregistré de faibles niveaux d'eaux. La période de mai à mi-août a été la deuxième période la plus sèche de Suisse romande depuis le début des mesures, en 1864.

De fin juillet jusqu'à septembre, l'Arménie a souffert de conditions sèches et d'un déficit hydrique induits par le deuxième été le plus sec et le deuxième automne le plus chaud jamais observés. Vers la fin de l'année, une grave sécheresse a commencé en Türkiye et a persisté en République arabe syrienne. La persistance de cette sécheresse inhabituelle a entraîné des déficits hydriques. Le prix des denrées alimentaires a presque doublé en République arabe syrienne par rapport à 2021, une flambée des prix aussi alimentée par le conflit en Ukraine: 13,9 millions de personnes (soit 64 % de la population) sont ainsi confrontées à l'insécurité alimentaire en République arabe syrienne<sup>36</sup>.

## VAGUES DE CHALEUR ET FEUX DE FORÊT

Plusieurs vagues de chaleur exceptionnelles ont déferlé sur l'Europe au cours de l'été 2022 (figure 13). La plus intense, pendant laquelle des records de température ont été battus dans de nombreux endroits, s'est produite à la mi-juillet. Pour la première fois au Royaume-Uni, le mercure est monté jusqu'à 40 °C. Il a affiché 40,3 °C le 19 juillet à Coningsby, ce qui est supérieur de 1,6 °C au précédent record national, 38,7 °C, établi au jardin botanique de Cambridge (le 25 juillet 2019). Le 18 juillet à Phoenix Park, dans le comté de Dublin (Irlande), une température de 33 °C a été relevée, la plus élevée depuis 1887. Les records de température ont dépassé de plus de 3 °C les précédents dans de nombreux endroits, particulièrement dans le nord de l'Angleterre et l'ouest de la France. La température moyenne journalière du centre de l'Angleterre a dépassé de 2,8 °C sa valeur la plus élevée en 250 ans de relevés quotidiens. Le 20 juillet, en Allemagne, le mercure est monté jusqu'à 40,1 °C à Hambourg-Neuwiedenthal, ce qui en fait le relevé de température supérieure à 40 °C le plus septentrional jamais établi. La chaleur s'est diffusée jusqu'en Suède, où la température nationale la plus élevée depuis 1947, 37,2 °C, a été enregistrée le 21 juillet à Målilla. De grandes vagues de chaleur ont déferlé sur le nord-est de l'Europe à la mi-août. Des records de température ont été battus en Finlande, en Estonie, en Lettonie et dans l'ouest de la Fédération de Russie, et l'on a ainsi enregistré jusqu'à 31,1 °C à Saint-Petersbourg.

La chaleur s'est également propagée à l'est et au sud de l'Europe. En Slovaquie, par exemple, la température maximale journalière relevée le 21 juillet (40,0 °C), se classe au troisième rang des valeurs les plus élevées pour un mois de juillet et au quatrième rang des valeurs nationales les plus élevées jamais enregistrées. En Slovénie, un nouveau record mensuel a été établi le 23 juillet (39,4 °C). Zagreb (Croatie) a vécu sa deuxième journée la plus chaude depuis 1881 (39,1 °C). La température la plus élevée pour un mois de juillet au Portugal (47,0 °C) a été enregistrée à Pinhão. En Italie, différents records ont été établis pour le mois de juin: la station Rome-Urbe



**Figure 13.** Les 23 vagues de chaleur européennes les plus intenses, période 1950-2022, numérotées de 1 à 23 par ordre de gravité. Les vagues de chaleur de 2022 sont représentées en rouge foncé.

Source: DWD: [https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm\\_int\\_hwktr.html](https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm_int_hwktr.html). Voir également la note sur la méthodologie [ici](#).

a notamment relevé une température de 40,0 °C le 10 juin. Dans de nombreux endroits des îles Baléares, en Espagne, on n'avait jamais enregistré de températures maximales et minimales moyennes aussi élevées que le 13 août. Pour la première fois, la station de l'aéroport d'Ibiza a relevé plus de 40 °C.

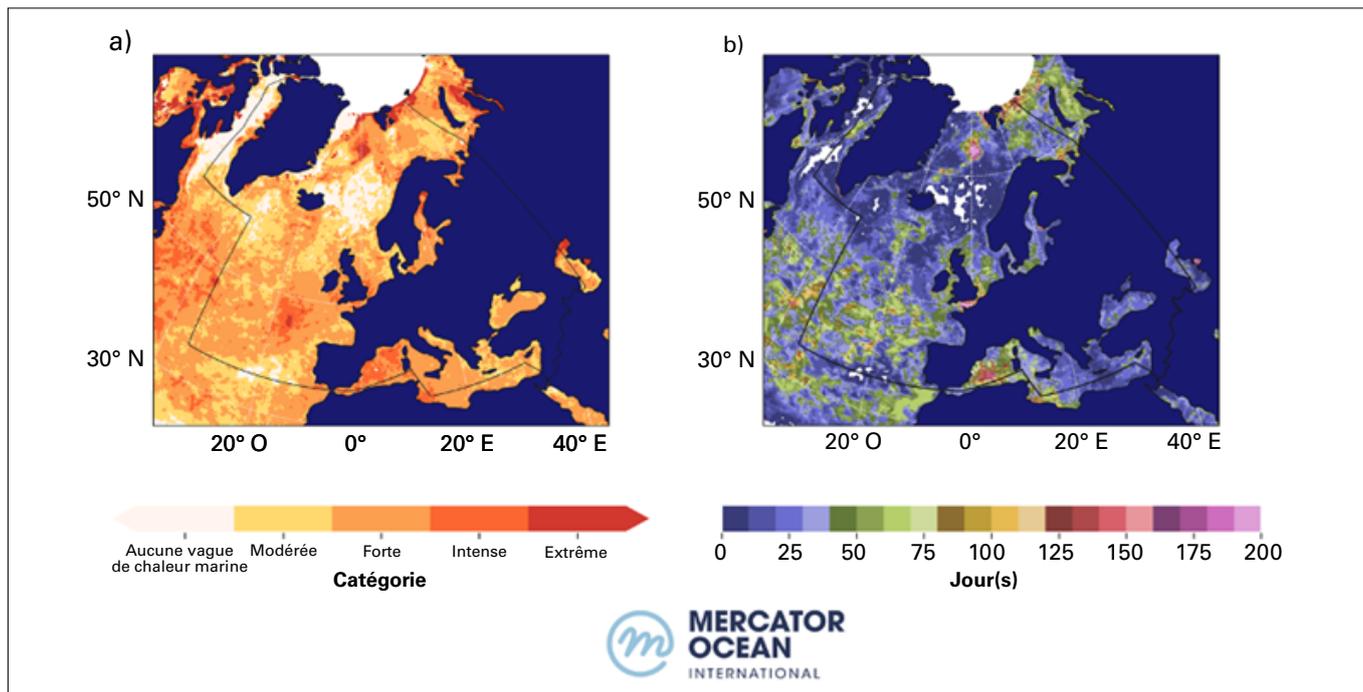
Il est difficile de déterminer avec certitude le taux de mortalité imputable uniquement à la chaleur, la COVID-19 ayant aussi fortement impacté les taux de décès. Néanmoins, les estimations officielles établissent la surmortalité liée à la chaleur à environ 4 600 décès en Espagne<sup>37</sup>, 4 500 en Allemagne<sup>38</sup>, 2 800 au Royaume-Uni (chez les personnes âgées de 65 ans et plus)<sup>39</sup>, 2 800 en France<sup>40</sup> et 1 000 au Portugal<sup>41</sup>.

La chaleur et les conditions sèches ont alimenté de nombreux incendies de forêt dans la Région, responsables de la deuxième plus grande superficie brûlée jamais enregistrée (après 2017). En 2022, de grands incendies ont eu lieu dans de nombreux pays, dont la France, l'Espagne, le Portugal, la Slovénie et la Tchéquie, où la surface brûlée a été plus vaste que la moyenne. Selon les données du système européen d'information sur les feux de forêt (EFFIS), la superficie brûlée de l'UE s'étendait au total sur plus de 800 000 hectares<sup>42</sup>.

L'Arménie a connu son deuxième automne le plus chaud depuis 1935, une vague de chaleur observée au cours de la seconde moitié du mois de novembre ayant produit des températures maximales journalières record dans plus de 10 stations. Les températures enregistrées par les stations implantées au minimum 1 km au-dessus du niveau de la mer ont atteint 22 °C.

## VAGUES DE CHALEUR MARINES

Une vague de chaleur marine est une période relativement longue de températures océaniques anormalement élevées dans une région<sup>43</sup>. De telles vagues de chaleur se révèlent être des facteurs de stress très répandus pour les écosystèmes marins à l'échelle mondiale. Les vagues de chaleur marines constituent une menace pour des écosystèmes qui présentent de l'importance pour les individus, les populations et les communautés, notamment les récifs coralliens et les herbiers marins. Elles peuvent déclencher la migration d'espèces et des extinctions



**Figure 14.** Carte montrant a) la catégorie de vague de chaleur marine la plus élevée (pour les définitions, voir la sous-section [Vagues de chaleur et de froid marines](#) sous Jeux de données et méthodes) observée à chaque pixel en 2022 et b) la durée maximale des vagues de chaleur marine au cours de l'année 2022.

Source: Mercator Océan International, France. Dérivation du produit de télédétection <https://doi.org/10.48670/moi-00168> pour la période 1982-2021, et <https://doi.org/10.48670/moi-00165> pour 2022, téléchargé depuis le CMEMS.

de masse, et entraîner des pertes économiques considérables dans les secteurs de la pêche et de l'aquaculture. La fréquence, la durée et l'intensité des vagues de chaleur marines augmentent sensiblement avec le réchauffement mondial anthropique actuel<sup>44</sup>.

En 2022, d'importantes parties de la Région ont été touchées par des vagues de chaleur marines fortes, voire intenses ou extrêmes. Certaines vagues de chaleur marines ont duré environ 4 à 5 mois, comme en Méditerranée occidentale ou dans la Manche, le sud de l'Arctique et le nord des mers de Barents et de Kara. Parmi les zones touchées par des vagues de chaleur marines allant d'intenses à extrêmes et d'une durée d'environ 1 à 2 mois, on recense la Méditerranée occidentale, les mers de Barents et de Kara, le sud-ouest de la Baltique, la mer du Nord et de grandes parties de l'Atlantique Nord (y compris jusqu'au sud-ouest de l'Irlande et à la région du Golfe de Gascogne). En Méditerranée par exemple, les anomalies de température à la surface de la mer durant l'été 2022 (juin-août) ont atteint localement +4,6 °C, dépassant les valeurs de l'été 2003, qui représentaient le précédent record de chaleur<sup>45</sup>. C'est dans les parties septentrionales de la Méditerranée occidentale que les vagues de chaleur ont été les plus intenses, en s'atténuant au sud et à l'est. En mer Ligurienne, la vague de chaleur a atteint son intensité maximale le 21 juillet et se faisait encore sentir en septembre.

## VAGUES DE FROID, FORTES CHUTES DE NEIGES ET GEL

Si l'année 2022 s'est caractérisée par de nombreuses vagues de chaleur, certains épisodes de froid et des chutes de neige importantes ont également été observés.

Dans le sud-est de la Türkiye, les 18 et 19 janvier, des chutes de neige et de basses températures ont entraîné l'immobilisation de véhicules sur une autoroute, et les secours ont été assurés par hélicoptère. De telles conditions météorologiques sont rares dans la région, avec des températures de -3 °C enregistrées à Gaziantep (la température minimale moyenne de la période 1991-2020 étant de 0,4 °C), et de -34,4 °C dans le district d'Özalp, en haute altitude. Ces conditions hivernales ont également touché le nord-ouest de la République arabe syrienne ainsi que des centaines de camps de réfugiés le long de la frontière turque. La température est descendue à -2 °C à Alep et à -9,8 °C à Kamishli. De nombreuses tentes n'ont pu résister au poids de la neige.

Une tempête hivernale intense baptisée *Elpida* (ou *Elpis*) a frappé la Grèce, y compris la capitale, Athènes, du 24 au 26 janvier avec des températures aussi basses que  $-14\text{ °C}$  et de fortes chutes de neige. Les autorités ont fermé les écoles, les administrations et tous les commerces de la capitale, à l'exception des supermarchés, des pharmacies et des stations-services. Au moins 200 000 foyers et entreprises d'Athènes ont été sans électricité, parfois pendant plusieurs jours. Si la neige est rare au centre d'Athènes et sur les îles de la mer Égée, la région a subi pour la seconde fois en 12 mois une intense tempête de neige et des perturbations du trafic. Le dernier évènement de ce type remontait à février 2021.

La tempête *Elpis* a également frappé Israël, entraînant d'importantes chutes de neige. Ainsi, Jérusalem a connu ses plus importantes chutes de neige depuis 2015. La hauteur de neige y a varié entre 15 et 25 cm.

Pour la deuxième année consécutive, les récoltes d'Europe occidentale et centrale ont pâti de gelées généralisées au début du mois d'avril. Les dégâts agricoles ont été importants, mais sont tout de même restés inférieurs à ceux causés par un épisode similaire de 2021. La France, l'Allemagne, l'Espagne et l'Autriche, dont les vergers et vignobles ont été particulièrement affectés, sont les pays les plus touchés. La température minimale moyenne française est tombée à  $-1,5\text{ °C}$  le 4 avril, marquant le matin d'avril le plus froid du pays depuis 1947.

Une vague de froid, épisode le plus froid depuis décembre 2010, a également touché le nord-ouest de l'Europe en décembre. L'Islande a connu son mois de décembre le plus froid depuis 1973, et sa capitale, Reykjavik, son mois de décembre le plus froid depuis 100 ans

## VIOLENTES TEMPÊTES DE VENT

Durant la dernière semaine de janvier, des tempêtes provenant de latitudes plus élevées ont quitté la Scandinavie en direction du sud-est, en passant par l'est de l'Europe centrale. La plus puissante d'entre elles, la tempête *Malik*, y a sévi les 29 et 30 janvier. Cette tempête hivernale, qui a soufflé des vents de la force d'un ouragan sur le nord et le centre de l'Europe, a généré des vagues côtières, provoqué au moins six décès et privé d'électricité des milliers d'habitants. Dans les pays les plus touchés, à savoir le Royaume-Uni, le Danemark, la Pologne et l'Allemagne, les inondations causées par ces vagues côtières ont entraîné la destruction de maisons et de voitures, la fermeture de ponts, l'annulation de trains et l'amarrage de ferries. Des rafales d'environ 110-140 km/h ont été mesurées dans les régions côtières et sur les îles de la mer du Nord allemande et de la mer Baltique, et d'autres, d'environ 100 km/h, ont été enregistrées entre Hambourg et Berlin. Cette tempête a également fait des victimes et provoqué des pannes générales d'électricité en Pologne et en Tchéquie. Sur la colline de János, à Budapest, la vitesse du vent a atteint les 127,4 km/h, établissant un nouveau record national pour la Hongrie (le précédent avait été observé à la station d'Örsöd, à Budapest, en 1979).

Du 16 au 21 février, trois tempêtes de vent successives ont traversé l'Europe occidentale et le nord de l'Europe centrale. La tempête *Eunice*, la plus importante d'entre elles, a traversé l'Irlande, l'Angleterre et le Pays de Galles le 18 février. La plus forte rafale enregistrée en Angleterre a soufflé à 196 km/h sur The Needles (sur l'île de Wight). La tempête a fait quatre morts au Royaume-Uni, un en Irlande et deux en Belgique, tandis que plus d'un million de foyers anglais et gallois étaient privés d'électricité.

Le 18 août, un derecho exceptionnel, caractérisé par un front orageux et des vents destructeurs de longue durée, a touché certaines parties du sud et du centre de l'Europe, apportant des vents violents et de fortes précipitations, sur une trajectoire longue de 1 600 km débutant dans les îles Baléares (Espagne) et se poursuivant en Corse (France), Italie, Slovaquie, Autriche et Tchéquie. Il a atteint son intensité maximale en Corse, où les rafales de vent ont culminé à 225 km/h. Il s'agit ainsi de la rafale la plus forte observée de manière fiable en France métropolitaine. Au moins cinq personnes ont perdu la vie dans ce contexte. Ce derecho a également causé des dégâts importants en Italie, où les grêlons ont atteint 8 cm de diamètre.

Le 23 octobre, une tornade de type EF3 (troisième catégorie la plus intense de tornade sur l'échelle de Fujita améliorée) a traversé le nord de la France et causé d'importants dégâts. Elle a parcouru 206 km, la plus longue distance parcourue par une tornade en France.

# Politique et action climatiques dans le secteur de l'énergie

Compte tenu de l'importance que le secteur de l'énergie revêt dans les transitions vers des systèmes énergétiques à faible émission de carbone, le rapport de cette année met l'accent sur la politique et l'action climatiques relatives à ce secteur. La section qui suit développe cet aspect et dresse un état des lieux des efforts déjà fournis en matière de déploiement des énergies renouvelables et du potentiel météorologique correspondant. Elle souligne l'impact croissant des événements météorologiques extrêmes et l'importance des services climatologiques pour le secteur de l'énergie, tout particulièrement dans les domaines du nucléaire et des énergies renouvelables que sont les énergies solaire et éolienne. Cette section est accompagnée d'un encadré détaillant l'utilisation des sources d'énergie renouvelables dans les systèmes agroalimentaires.

## TRANSITIONS VERS DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES À FAIBLE ÉMISSION DE CARBONE

L'Accord de Paris, ratifié par 195 Parties, a pour but premier de renforcer la réponse mondiale face à la menace du réchauffement climatique, d'abord en maintenant l'augmentation de la température mondiale bien en dessous de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels, puis en poursuivant les efforts pour la limiter à 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels. Le sixième Rapport d'évaluation du GIEC souligne que les différents scénarios modélisés à l'échelle mondiale donnant une probabilité supérieure à 50 % de limiter la hausse des températures à 1,5 °C avec peu ou pas de dépassement intègrent tous l'absence d'émissions nettes dès le début des années 2050<sup>46</sup>. Ainsi, de nombreux gouvernements européens se sont engagés à mener des politiques visant à parvenir à la neutralité carbone («climatique») d'ici 2050-2070, en réduisant considérablement les émissions dans le secteur énergétique et en compensant les émissions restantes par le captage du carbone et l'augmentation de la capacité des puits pour ce qui concerne l'utilisation des terres. Il est nécessaire d'intégrer dans les systèmes énergétiques une combinaison de technologies sobres, voire neutres, en carbone. L'interdépendance qui existe entre les technologies et les énergies renouvelables, comme le solaire ou l'éolien, souligne l'importance d'associer technologies, innovations, recherche et collaboration internationale pour atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050.

La transition vers un système énergétique sobre requiert le déploiement de technologies et d'infrastructures énergétiques propres. Cela demande notamment d'intégrer des sources d'énergie renouvelables et des solutions de stockage énergétique et d'améliorer les infrastructures du réseau tout en garantissant une énergie économiquement abordable et la sécurité de l'approvisionnement énergétique. Maximiser l'utilisation des technologies propres est essentiel pour accéder à la neutralité climatique. Ainsi, il est indispensable de poursuivre nos efforts pour identifier les bonnes combinaisons technologiques en assurant une sensibilisation, en développant des cadres politiques et en finançant une transition juste vers des systèmes énergétiques neutres en carbone.

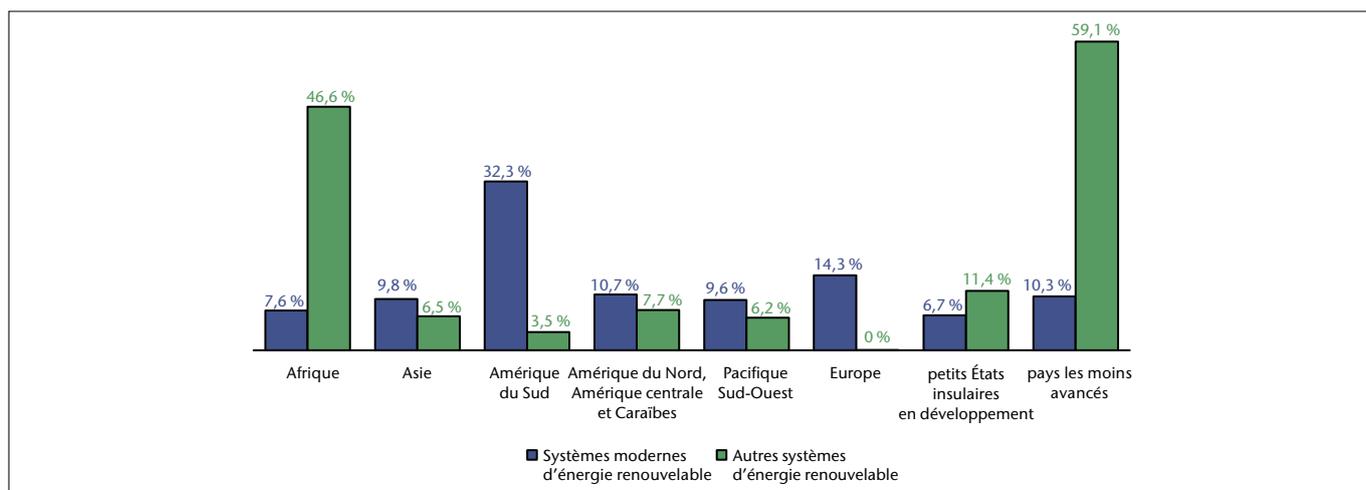
## ÉNERGIES RENOUVELABLES: UN ENGAGEMENT

En convenant de porter de 32 % à au moins 42,5 % la part d'énergies renouvelables visée pour 2030 par son objectif contraignant, l'UE s'est engagée à doubler les niveaux de 2019<sup>47</sup>. D'autres Parties européennes à l'Accord de Paris ont inclus dans leurs contributions déterminées au niveau national des objectifs en matière d'énergies renouvelables. L'Albanie s'est, par exemple, engagée à porter à 42 % la part d'énergies renouvelables dans sa consommation finale d'énergie d'ici à 2030.

Toutefois, le chemin sera long. En effet, en 2019, la part globale des sources d'énergie renouvelables dans la consommation finale d'énergie en Europe ne dépassait pas 14,3 % (figure 15). Par la suite, en 2022, l'éolien et le solaire ont généré 22,3 % de l'électricité de l'UE, dépassant ainsi, pour la première fois, le gaz fossile (20 %) et le charbon (16 %) <sup>48</sup>. Cette évolution peut s'expliquer par plusieurs facteurs, dont la forte augmentation, en 2022, des capacités électrosolaires. Par ailleurs, le rayonnement solaire annuel de surface enregistré en Europe en 2022 est le plus élevé depuis 1983 (début des relevés satellitaires) et il dépasse de 4,9 % la moyenne de la période de référence 1991-2020<sup>49,50</sup>.

## POTENTIEL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

La production d'énergie sans émission à partir de sources solaires, éoliennes et hydrauliques gagne en importance. C'est pourquoi l'analyse des variables météorologiques associées (rayonnement solaire de surface, vitesse du vent et précipitations) présente un intérêt croissant.



**Figure 15.** Pourcentage des systèmes modernes d'énergie renouvelable et des autres systèmes d'énergie renouvelable en 2019, par région  
*Source:* Les données relatives à la cible de développement durable 7.2 – Énergie renouvelable proviennent de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) et de la Division de statistique de l'ONU (UNSD) et ont été analysées par l'OMM pour correspondre à sa classification régionale.

La figure 16 illustre les rendements potentiels moyens à long terme du photovoltaïque (PV), de l'éolien et de l'hydraulique<sup>51,52,53</sup>. L'angle d'inclinaison solaire et la faible couverture nuageuse offrent généralement un ensoleillement plus important dans le sud de l'Europe. Le potentiel éolien est, lui, plus élevé au-dessus des océans, et particulièrement au large de l'Irlande et du Portugal. La mer Égée enregistre des vitesses de vent encore plus élevées, qui seraient un réel atout pour de nouvelles centrales éoliennes. Le potentiel hydraulique dépend, lui, directement de la topographie européenne.

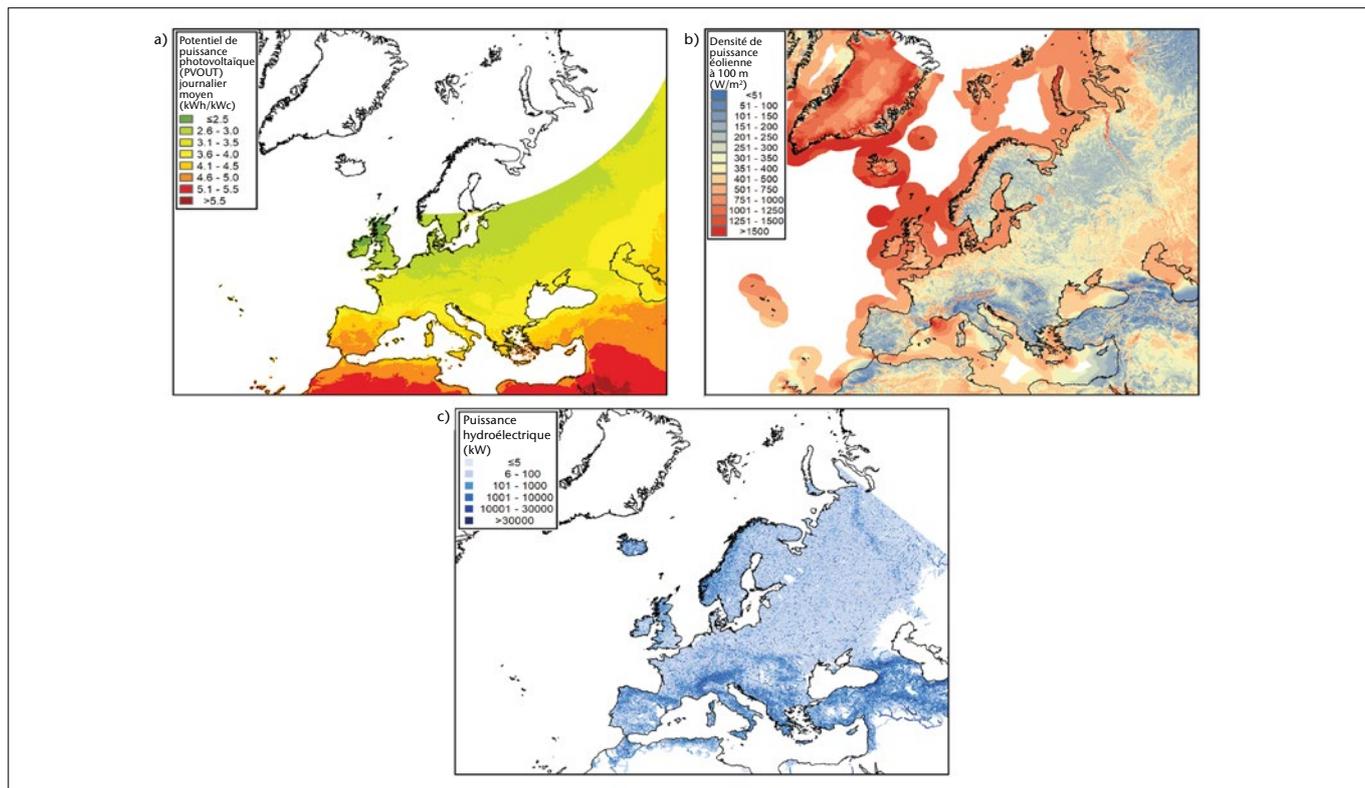
Ces ressources énergétiques n'étant, par nature, pas constantes, il est essentiel d'en étudier la variabilité, différente pour chacune des trois variables météorologiques déterminant leur potentiel. On peut le constater en comparant les moyennes mensuelles de vitesse du vent (−40 % à +80 %) et de précipitations (±30 %), qui sont bien plus variables, s'agissant de la moyenne à long terme, que le rayonnement solaire de surface (environ ±15 %)<sup>54</sup>. L'ensoleillement et le vent tendent à être complémentaires au cours d'une année: de la fin du printemps à la fin de l'été, le rayonnement solaire prévaut, tandis qu'en hiver, l'intensité du vent est généralement plus importante. La nécessité de surveiller et de comprendre la variabilité spatio-temporelle de ces deux sources d'énergie renouvelables s'accroît à mesure qu'elles gagnent du terrain dans le bouquet énergétique européen.

Sur la période 1991-2020, soit 30 ans, on observe une nette tendance à la hausse du rayonnement solaire à la surface de la Terre, alors que la vitesse du vent et les précipitations n'affichent pas de tendance significative<sup>55</sup>. Au cours des cinq dernières années, l'éclairement énergétique solaire en surface a affiché une augmentation continue, alors que, sur la même période, les précipitations ont connu une baisse, ce qui a commencé à avoir des répercussions sur la production d'énergie hydraulique de certaines régions.

## LES SERVICES CLIMATOLOGIQUES AU SERVICE DU SECTEUR ÉNERGÉTIQUE

La variabilité, que ce soit sur un mois, une saison ou une année, et les changements climatiques à long terme ont un impact sur tous les aspects du secteur énergétique: les volumes et modes de consommation («la demande»); la productivité des différentes solutions de production («l'offre»); et les infrastructures physiques et non physiques combinées qui garantissent des opérations sûres et fiables («le réseau»). Ne pas considérer dans leur ensemble les options de technologies à teneur nulle en carbone et résistantes aux changements climatiques pourrait constituer un frein à la réalisation des objectifs mondiaux de réduction à zéro des émissions nettes et de maintien de la sécurité de l'approvisionnement en énergie. Tous les domaines du secteur énergétique, de la prise de décisions aux pratiques d'exploitation, en passant par la réglementation et la conception des infrastructures, vont devoir être adaptés à un avenir climatique très variable.

Les services climatologiques – qui fournissent et utilisent les informations sur le climat pour la prise de décisions et englobent le recueil de données, la surveillance, l'analyse, les prévisions et les projections concernant les



**Figure 16.** a) Moyenne à long terme de la production énergétique journalière d'une centrale solaire photovoltaïque de 1 kWc raccordée au réseau pour la période 1994 -2018; b) Estimation de la densité moyenne de puissance éolienne à 100 m au-dessus du niveau de la mer à l'échelle mondiale pour la période 1998-2017; c) Estimation de l'énergie hydraulique potentielle (puissance hydroélectrique)  
*Source:* a) Atlas solaire mondial 2.0; b) Atlas mondial des ressources éoliennes, v.3; c) Jeux de données de recherche sur les sites potentiels d'hydroélectricité dans le monde

variables climatologiques – jouent un rôle crucial dans la transition énergétique mondiale vers la réduction à zéro des émissions nettes. Ils sont essentiels dans le domaine des énergies renouvelables, notamment pour la sélection des sites, l'évaluation des ressources et le financement; l'exploitation, la maintenance et la gestion des systèmes énergétiques; l'intégration de l'électricité au réseau; et l'évaluation de l'impact des systèmes énergétiques.

Les services climatologiques sont également nécessaires pour garantir la résistance des systèmes énergétiques face aux chocs climatiques et pour étayer les mesures visant à accroître l'efficacité énergétique. L'évaluation des risques, dans le cadre des alertes précoces et de la planification des phénomènes extrêmes affectant l'offre et la demande d'énergie, peut aussi aider les exploitants à anticiper les effets néfastes de ces événements, à les absorber, à s'y adapter et à s'en remettre.

Selon une enquête menée par l'OMM auprès des SMHN, 83 % des Membres européens déclarent offrir des services climatologiques dans le domaine de l'énergie. Cependant, moins de la moitié des Membres intègrent des prévisions climatiques à ces services (figure 17), ce qui met en évidence le potentiel inexploité des SMHN en matière de soutien à la transition énergétique ainsi que les efforts qui doivent encore être fournis pour assurer une plus grande résilience du secteur de l'énergie.

## ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Les sources d'énergie résistantes au changement climatique gagnent en importance à mesure que les conditions météorologiques extrêmes s'intensifient et que la part des énergies renouvelables dans la production électrique s'accroît. Une base énergétique diversifiée et résiliente provenant de sources d'énergie décarbonées telles que le nucléaire, l'énergie hydraulique ou la géothermie jouera un rôle important dans l'intégration des énergies renouvelables aux systèmes et la décarbonation des systèmes énergétiques mondiaux.

À l'échelle planétaire, les interruptions d'exploitation des centrales nucléaires en raison de conditions climatiques défavorables se sont multipliées ces trente dernières années, principalement entre 2003 et 2006 et entre 2010 et 2018; toutefois, elles ne touchent qu'une petite partie de la production totale des centrales nucléaires dans le monde. Les pertes énergétiques liées au climat représentent une part très faible mais croissante du total des pannes nucléaires: en 2022, les pertes dues aux phénomènes météorologiques représentaient environ 0,35 % de la production mondiale d'énergie nucléaire, soit 0,29 % de plus que cinq ans plus tôt. Près de 60 % des pertes de production nucléaire liées aux conditions météorologiques enregistrées depuis 2017 ont touché des centrales situées à proximité de cours d'eau ou de lacs. En Europe occidentale, le faible débit des cours d'eau, mais surtout l'augmentation des températures et les extrêmes de chaleur ont été les principaux facteurs de pannes totales liées au climat.

De nouvelles analyses combinant les projections climatiques locales du GIEC et la localisation des sites nucléaires indiquent que selon des scénarios d'aggravation du climat à long terme, l'Europe du Sud pourrait connaître certaines des plus fortes augmentations mondiales (en pourcentage) des températures extrêmes supérieures à 40 °C et du nombre de jours secs consécutifs. Ce résultat, plus particulièrement pour les centrales nucléaires du sud de l'Europe, souligne la nécessité de mettre en place des mesures d'adaptation associées à des révisions strictes de la sécurité, s'il est décidé de poursuivre l'exploitation des centrales. Il convient de noter que sur les 100 GW de puissance nucléaire actuellement en construction ou en projet dans les États Membres de l'AIEA, plus de 60 % sont situés en bord de mer et sont donc moins concernés par les problèmes d'approvisionnement en eau de refroidissement.

## IMPACT DES ÉVÉNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES SUR LE SECTEUR DE L'ÉNERGIE

Les conditions météorologiques destructrices toujours plus fréquentes ont des conséquences croissantes sur l'infrastructure du système énergétique mondial, sur la demande et sur l'offre. Avec l'intensification des chaleurs extrêmes, des fortes précipitations, des sécheresses, des cyclones tropicaux et des inondations côtières et fluviales, la conception et la mise en œuvre de plans de résilience pour le système énergétique mondial vont se complexifier et devenir indispensables. Les informations et les scénarios relatifs aux impacts du climat permettront aux exploitants de mieux cerner la demande et d'adapter la surveillance de leurs systèmes afin qu'elle corresponde aux nouveaux modèles de consommation qui émergeront suite aux changements climatiques. Les prévisions saisonnières et infrasaisonnières peuvent aider à identifier (avec différents niveaux de confiance) les anomalies climatiques et les conditions associées au développement potentiel d'événements climatiques extrêmes, tels que les vagues de chaleur et les sécheresses, et ainsi faciliter la prise de décisions précoces et contribuer à assurer la continuité des services des réseaux. La modélisation du climat et du système énergétique, dont la nécessité s'impose aux opérateurs des centrales et des réseaux qui recherchent des informations spécifiques à leur localité sur divers horizons temporels afin de connaître les risques de changement climatique, représenterait un soutien important pour l'offre.

Afin de garantir un niveau élevé de coordination, il est primordial de développer une approche systémique incluant l'amélioration des mesures efficaces de gestion des risques qui font appel à un large éventail de parties prenantes.

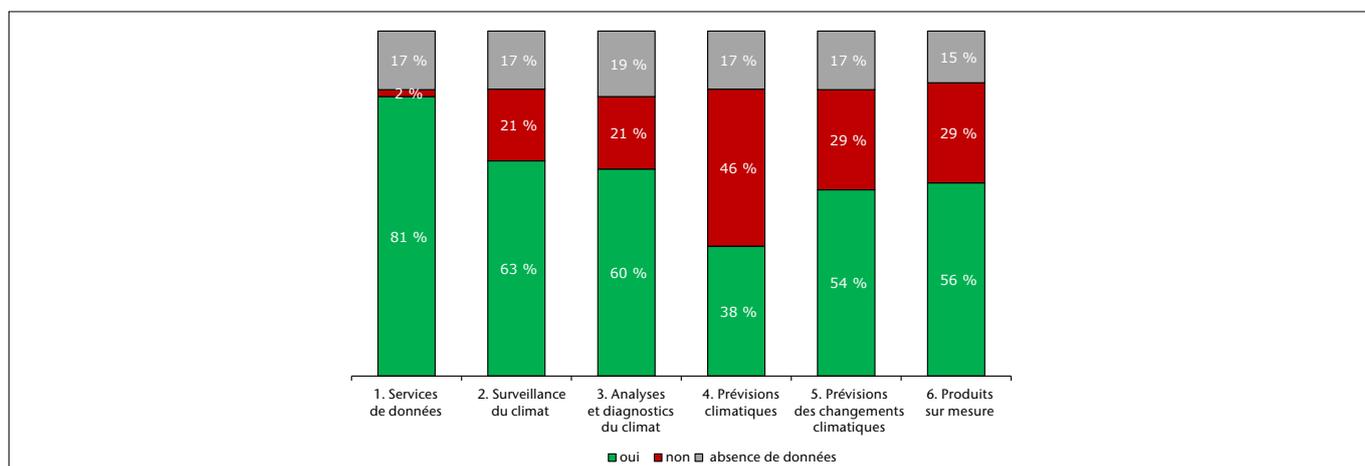


Figure 17. Pourcentage des SMHN européens fournissant des services climatologiques au secteur de l'énergie, par type de produits

# Utilisation de sources d'énergie renouvelables pour les systèmes agro-alimentaires<sup>56</sup>

L'énergie est essentielle à la sécurité alimentaire et au développement. Il est donc important de trouver des solutions vertes et résilientes à l'appui d'une transformation durable du système agro-alimentaire et d'innovations dans ce domaine. Le défi est toutefois de taille: il s'agit de rompre le lien entre l'utilisation de combustibles fossiles et la transformation du système alimentaire sans mettre à mal la sécurité alimentaire.

Les énergies renouvelables peuvent jouer un rôle capital dans la réponse aux besoins en électricité, non seulement dans le cadre de la production primaire, mais aussi dans les activités secondaires comme le séchage, la réfrigération, le stockage, le transport et la distribution des aliments. Diverses applications utilisant les énergies renouvelables et développées le long des chaînes agro-alimentaires illustrent les avantages de telles solutions. Par exemple, l'irrigation solaire est largement utilisée pour améliorer l'accès à l'eau. On estime que les émissions liées au cycle de vie du pompage solaire de l'eau sont inférieures de 95 à 98 % à celles des pompes alimentées par le réseau électrique ou utilisant du carburant diesel.

En Europe, au cours des deux dernières décennies, la consommation d'énergie du secteur agricole est restée stable, alors même que la production augmentait, grâce à une plus grande efficacité et aux progrès de l'agronomie (figure 18). Entre 2000 et 2012, l'intensité énergétique de l'agriculture a chuté de 20 % (augmentation de l'efficacité énergétique). Dans le même temps, le recours ininterrompu aux combustibles fossiles pour répondre aux besoins énergétiques pose de sérieux problèmes en termes d'accessibilité, de ressources financières, de résistance face aux problèmes d'approvisionnement et d'augmentation des prix, et d'impact sur l'environnement, s'agissant notamment du changement climatique.

Le secteur agro-alimentaire est l'un des secteurs qui contribuent aux émissions de gaz à effet de serre, lesquelles devront être fortement réduites tout au long de la chaîne agro-alimentaire. Les stratégies d'atténuation reposent en outre sur les améliorations de l'efficacité énergétique. Les activités de production en Europe offrent de nombreuses possibilités d'amélioration de l'efficacité énergétique. Outre l'atténuation, l'intégration d'énergies renouvelables dans les systèmes agro-alimentaires renforce l'adaptation, apportant plus de résilience face aux phénomènes météorologiques extrêmes et aux pénuries de ressources dont le changement climatique est responsable.

L'augmentation de la part des énergies renouvelables dans les systèmes agro-alimentaires nécessitera une concertation entre les gouvernements, le secteur privé, les institutions financières, le milieu universitaire et les organisations internationales et non gouvernementales. Les gouvernements continueront de jouer un rôle essentiel par le biais de financements publics afin d'aider à la mise en œuvre des mesures requises, et par des investissements dans un écosystème qui permette de favoriser l'innovation technologique, de définir des normes et d'assurer la qualité, de diffuser les connaissances et les compétences, de sensibiliser les parties prenantes et le grand public, et de construire des infrastructures d'accès au marché. Si l'on conçoit et réalise efficacement l'intégration des énergies renouvelables dans les systèmes agro-alimentaires, ces dernières peuvent aider à atteindre de nombreux objectifs de développement durable.

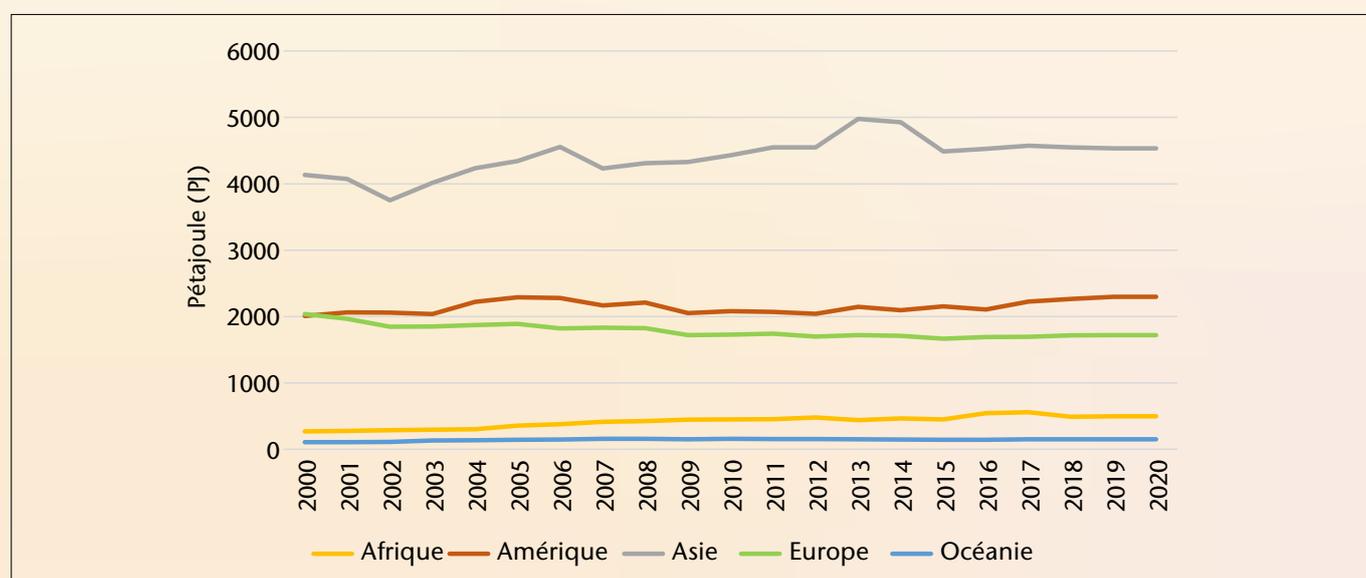


Figure 18. Énergie utilisée par les fermes (consommation d'énergie) composant les systèmes agroalimentaires, selon la région, 2000-2020

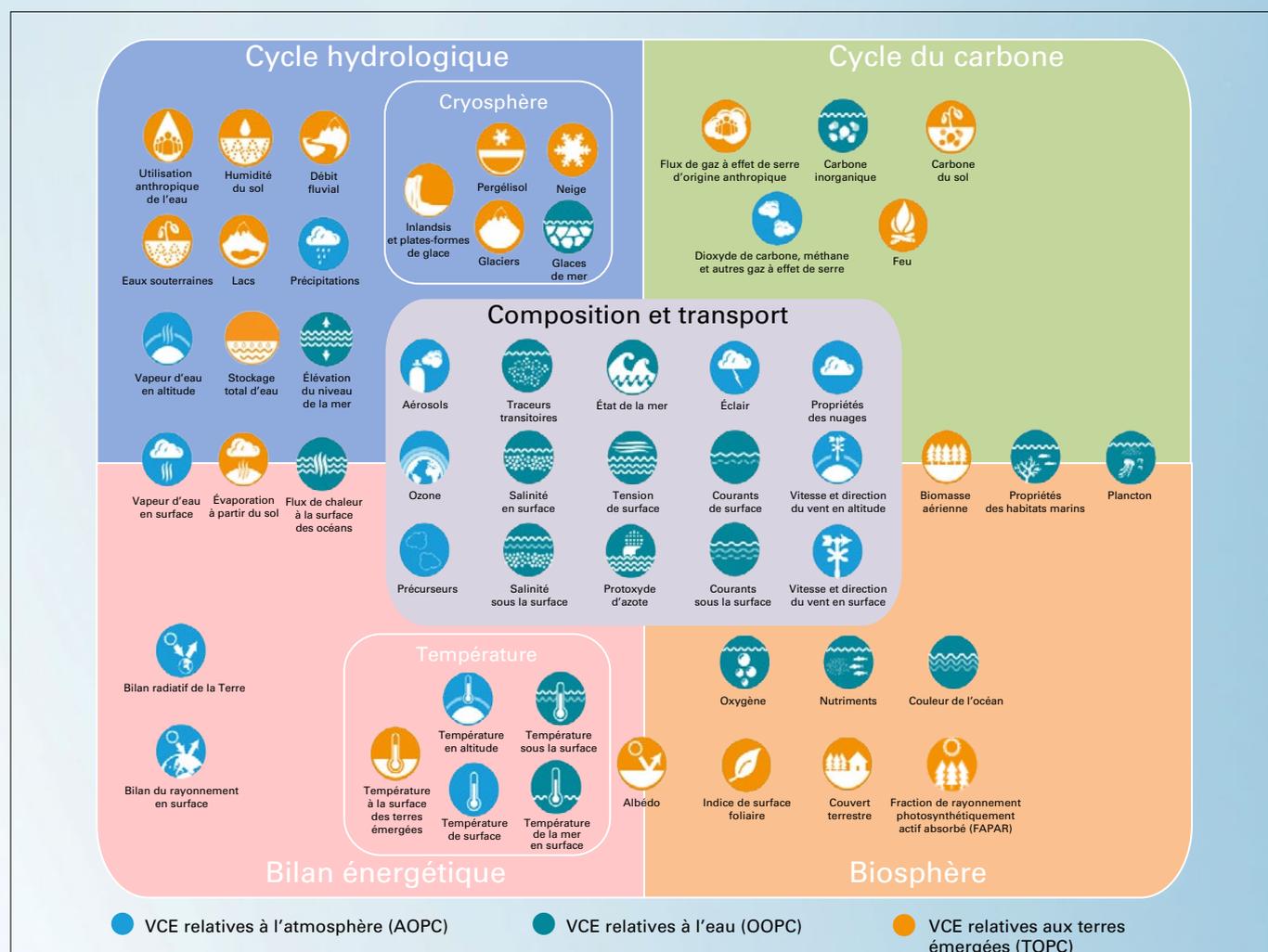
Source: Données de la Base de données statistiques fondamentales de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAOSTAT.

# Systemes d'observation à la base de la surveillance du climat

La surveillance du climat est assurée par un réseau de systèmes d'observation de l'atmosphère, de l'océan, du cycle hydrologique, de la cryosphère et de la biosphère. Chacun de ces domaines est surveillé de différentes façons par diverses organisations. Les observations par satellite, recoupant tous ces domaines, jouent un rôle majeur dans la surveillance du climat mondial.

L'OMM, en collaboration avec la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et le Conseil international des sciences, a créé en 1992 le Système mondial d'observation du climat (SMOC) afin de coordonner les observations mondiales du climat et de faciliter leur essor et leur amélioration. Le SMOC a défini un certain nombre de variables climatologiques essentielles (VCE) qui, ensemble, fournissent les informations nécessaires pour comprendre, modéliser et prévoir l'évolution du climat, et pour planifier des stratégies d'atténuation et d'adaptation (figure 19). La situation des données d'observation du climat associées aux VCE est présentée dans des rapports réguliers. Le SMOC rédige également des rapports de mise en œuvre dans lesquels il expose les éléments nécessaires à l'amélioration du système.

Compte tenu des conclusions de son rapport d'activité 2021, des implications du sixième Rapport d'évaluation du GIEC et de récentes études scientifiques sur les cycles climatiques, le SMOC a publié un nouveau Plan de mise en œuvre en 2022<sup>57</sup>. Cette publication se compose de recommandations pour développer un SMOC durable et adapté aux objectifs visés.



**Figure 19.** VCE définies par le SMOC et cycles climatiques. Nombreuses sont les VCE qui permettent de comprendre les différents cycles climatiques. Cette figure n'en représente que les principales.

Outre les observations fournies par le Réseau de stations d'observation de surface pour le SMOC (GSN) et le Réseau de stations d'observation en altitude pour le SMOC (GUAN), les SMHN des Membres de l'OMM offrent un réseau dense et vaste d'observations, effectuées en premier lieu aux fins de la prévision météorologique opérationnelle. Le Réseau d'observation de base mondial (ROBM) de l'OMM, réseau conçu de façon internationale pour récolter des données avec des moyens et des calendriers d'observation définis et au titre duquel l'échange international de données est obligatoire, permettra d'obtenir les observations indispensables à la prévision numérique du temps et d'améliorer grandement les réanalyses du climat.

L'OMM, le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et le PNUE ont créé le Mécanisme de financement des observations systématiques (SOFF) afin de fournir l'assistance financière et technique nécessaire à la mise en œuvre et au fonctionnement du ROBM dans les régions du monde les plus pauvres et où les observations sont les plus rares. Le SOFF a levé des fonds importants pour soutenir les observations dans les pays les moins avancés et les petits États insulaires en développement et a entamé sa phase de mise en œuvre en 2023.

La Veille de l'atmosphère globale (VAG) de l'OMM complète les observations sur les caractéristiques physiques et dynamiques de l'atmosphère et coordonne les mesures de la composition de l'atmosphère, en s'assurant de la précision et de la fiabilité des données obtenues à partir des mesures effectuées par les Membres de l'OMM, des organismes et/ou instituts de recherche et d'autres réseaux contributeurs.

Les observations physiques, biogéochimiques, biologiques et écosystémiques des océans sont coordonnées par le Système mondial d'observation de l'océan (GOOS). Le Groupe de coordination des observations du GOOS surveille la qualité de ces observations<sup>58</sup> et produit chaque année un bulletin sur le système d'observation de l'océan. Les observations des océans sont généralement largement mises à la disposition des utilisateurs internationaux.

Pour ce qui est des observations terrestres, il existe un groupe plus large de réseaux d'observation. Les observations hydrologiques sont généralement effectuées par les SMHN et coordonnées par l'OMM. Un certain nombre de réseaux terrestres mondiaux spécialisés, par exemple dans le domaine de l'hydrologie (lacs et cours d'eau compris), du pergélisol, des glaciers, de l'utilisation des terres et de la biomasse, contribuent également au SMOC. Il existe moins d'accords d'échange de données pour les réseaux terrestres. Ainsi, de nombreuses observations importantes ne sont pas mises à la disposition des utilisateurs internationaux.

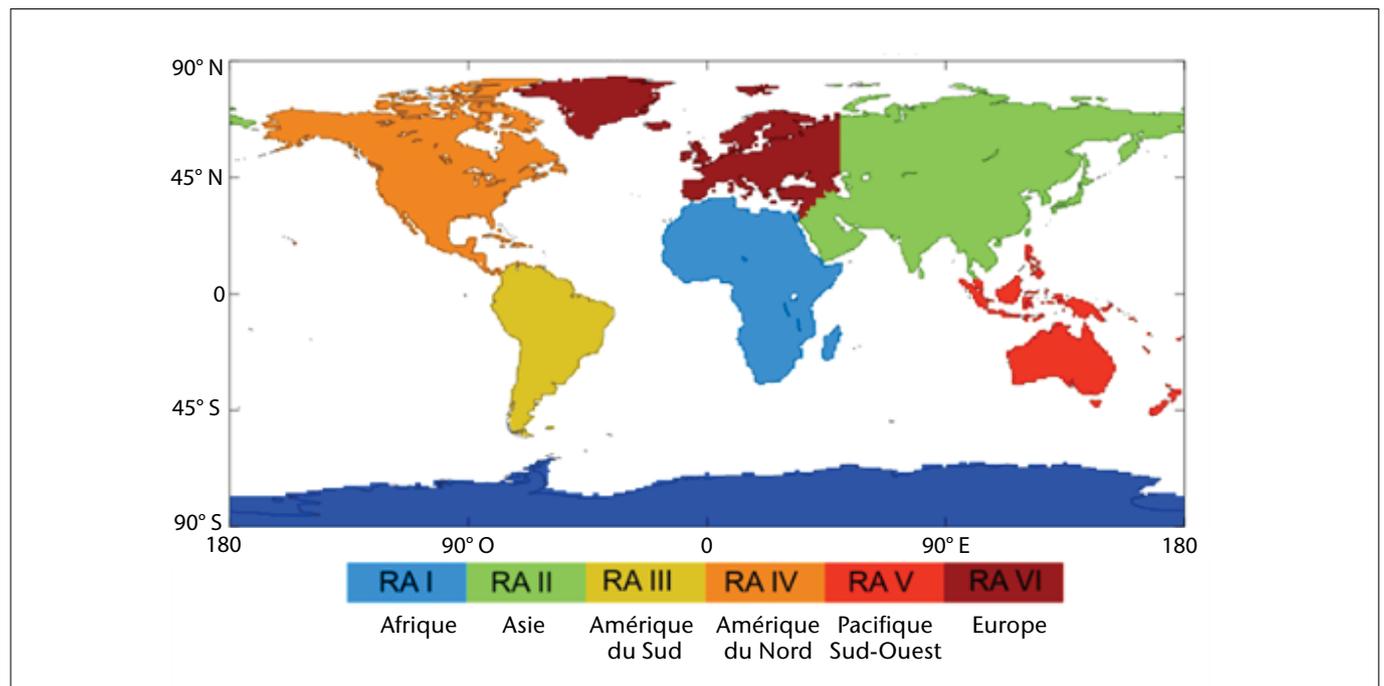
Le Groupe de travail conjoint sur le climat relevant du Comité sur les satellites d'observation de la Terre (CSOT) et du Groupe de coordination pour les satellites météorologiques (CGMS) fait reposer le développement des observations satellitaires pour le climat sur les exigences établies par le SMOC pour les VCE. Il a produit un inventaire des VCE, qui répertorie 766 enregistrements de données climatologiques pour 33 VCE, couvre 72 produits VCE distincts et doit encore être complété. Le Groupe de travail conjoint sur le climat passe également en revue les mesures à prendre dans le cadre du Plan de mise en œuvre. Les observations par satellite ont une couverture quasi mondiale. Associées aux observations au sol, en tant que jeux de données complémentaires ou pour la validation et l'étalonnage, elles représentent une composante précieuse du système mondial d'observation.

# Jeux de données et méthodes

## DÉLIMITATION DE LA RÉGION

Le présent rapport est axé sur la Région VI de l'OMM, telle qu'elle est circonscrite dans la figure 20<sup>59,60</sup>.

Les chiffres concernant l'Europe font référence à cette Région, quand c'est possible; toutefois, les données agrégées renvoient parfois à une région légèrement différente, telle que l'Union européenne<sup>61</sup>, la région Europe de l'Organisation mondiale de la Santé<sup>62</sup> ou la région couverte par la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe<sup>63</sup>. Lorsque c'est le cas, le nom de la région est précisé.



**Figure 20.** Délimitation des zones relevant des conseils régionaux (CR) de l'OMM. Le présent rapport porte sur la Région VI de l'OMM.

## TEMPÉRATURE

Six jeux de données (cités ci-après) ont servi à calculer la température régionale. Les anomalies de la température moyenne régionale ont été calculées par rapport aux périodes de référence 1961-1990 et 1991-2020 de la manière suivante:

1. Lecture du jeu de données aux points de grille;
2. Conversion des valeurs à une résolution de 1° de latitude × 1° de longitude. Si la résolution des données maillées est plus haute, la moyenne des valeurs aux points de grille est appliquée à chaque maille de 1°×1°. Si la résolution est plus faible, on applique à chaque maille de 1°×1° qui se trouve à l'intérieur de la maille à faible résolution la valeur de cette dernière;
3. Pour chaque mois, calcul de la moyenne régionale uniquement à partir des mailles de 1°×1° dont le centre est situé sur les terres émergées de la Région;
4. Pour chaque année, calcul de la moyenne annuelle de la Région à partir des moyennes mensuelles de la Région;
5. Calcul de la moyenne annuelle de la Région pour les périodes 1961-1990 et 1991-2020;
6. Soustraction de la moyenne sur 30 ans de chaque année pour obtenir les anomalies relatives à la période de référence concernée.

Les six jeux de données ci-après ont été utilisés:

Berkeley Earth – Rohde, R. A.; Hausfather, Z.: «The Berkeley Earth Land/Ocean Temperature Record», *Earth System Science Data* 2020, 12, 3469-3479. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3469-2020>. Les données peuvent être consultées [ici](#).

ERA5 – Hersbach, H.; Bell, B.; Berrisford, P. *et al.*: «The ERA5 Global Reanalysis», *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 2020, 146 (730), 1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>. Les données peuvent être consultées [ici](#).

GISTEMP v4 – GISTEMP Team, 2022: *GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4*. NASA Goddard Institute for Space Studies, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>. Lenssen, N.; Schmidt, G.; Hansen, J. *et al.* Improvements in the GISTEMP Uncertainty Model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 2019, 124 (12), 6307–6326. <https://doi.org/10.1029/2018JD029522>. Les données peuvent être consultées [ici](#).

HadCRUT.5.0.1.0 – Morice, C. P.; Kennedy, J. J.; Rayner, N. A. *et al.*: «An Updated Assessment of Near-Surface Temperature Change From 1850: The HadCRUT5 Data Set». *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 2021, 126 (3). <https://doi.org/10.1029/2019JD032361>. Les données peuvent être consultées [ici](#).

JRA55 – Kobayashi, S.; Ota, Y.; Harada, Y. *et al.*: «The JRA55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics». *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II* 2015, 93 (1), 5–48. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2015-001>, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/93/1/93\\_2015-001\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/93/1/93_2015-001_article). Les données peuvent être consultées [ici](#).

NOAAGlobalTemp v5 – Zhang, H-M.; Huang, B.; Lawrimore, J. *et al.*: «NOAA Global Surface Temperature Dataset (NOAAGlobalTemp), Version 5.0.», *Centres nationaux d'information sur l'environnement de la NOAA*. doi: 10.25921/9qth-2p70. Huang, B.; Menne, M. J.; Boyer, T. *et al.*: «Uncertainty Estimates for Sea Surface Temperature and Land Surface Air Temperature in NOAAGlobalTemp Version 5». *Journal of Climate* 2020, 33 (4), 1351–1379. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/33/4/jcli-d-19-0395.1.xml>. Les données peuvent être consultées [ici](#).

Des données *in situ* de température provenant de SMHN ont aussi été utilisées.

## PRÉCIPITATIONS

GPCC: voir la description des jeux de données sur le site: <https://gpcc.dwd.de>

ERA5 – Hersbach, H.; Bell, B.; Berrisford, P. *et al.* : «The ERA5 Global Reanalysis». *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 2020, 146 (730), 1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>. Les données peuvent être consultées [ici](#).

Des données *in situ* des précipitations provenant de SMHN ont aussi été utilisées.

Note: Dans la figure 3 a), les conditions en Islande sont représentées comme étant plus sèches que la moyenne à long terme. Dans les faits, elles ont été plus humides que la moyenne cette année-là (voir le rapport annuel de l'Islande: <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-arsins-2022>). Cette contradiction est probablement due à un changement dans la manière dont les données en temps réel sont traitées.

## GLACIERS

Les estimations du bilan de masse cumulé examinées ici sont basées sur des observations *in situ* à long terme, compilées par le Service mondial de surveillance des glaciers par le biais d'appels annuels à données auprès d'un réseau collaboratif scientifique présent dans plus de 40 pays à travers le monde. Les estimations présentées ici proviennent d'un sous-ensemble de glaciers mondiaux et européens de référence ([Service mondial de surveillance des glaciers 2021](#), rapports actualisés et antérieurs).

## INLANDSIS DU GROENLAND

La série chronologique des variations de masse de l'inlandsis du Groenland est compilée à partir de 27 estimations basées sur les observations satellitaires dans le cadre de l'exercice de comparaison des bilans de masse des inlandsis (IMBIE) (<http://imbie.org/>) et est disponible gratuitement à l'adresse suivante: <https://data.bas.ac.uk/metadata.php?id=GB/NERC/BAS/PDC/01477>.

## TEMPÉRATURE DE LA MER EN SURFACE

Quatre jeux de données aux points de grille ont été utilisés pour calculer la température de surface de la mer (SST):

ERSSTv5: [Données](#) et [documentation](#)

ESA CCI/C3S SST Climate Data Record v2.1: [Données](#) et [documentation](#)

HadISST1: [Données](#) et [documentation](#)

HadSST.4.0.1.0: [Données](#) et [documentation](#)

Des graphiques et des informations sur la SST des mers européennes sont disponibles à l'adresse suivante: <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/sea-surface-temperature>.

## GLACE DE MER

Cette section utilise des séries chronologiques sur l'étendue de la glace de mer dérivées de l'enregistrement des données climatologiques sur la concentration mondiale des glaces de mer (CDR) et le CDR provisoire v3.0 (OSI-450-a et OSI-430-a) de l'OSI SAF d'EUMETSAT, ainsi que des données de l'Institut météorologique finlandais sur l'étendue maximale des glaces de mer en hiver dans la mer Baltique: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/maximum-extent-of-ice-cover-2>. L'étendue de la glace de mer correspond à la superficie des mailles océaniques dans lesquelles la concentration de glace dépasse 15 %.

Description de la saison hivernale de glace de mer dans la mer Baltique: [https://www.bsis-ice.de/Beschreibung\\_Eiswinter2022/Eiswinter2022en.html](https://www.bsis-ice.de/Beschreibung_Eiswinter2022/Eiswinter2022en.html)

## CONTENU THERMIQUE DE L'OcéAN

Indicateur de suivi pour les océans du CMEMS, fondé sur le produit C3S du niveau de la mer:

<https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/about-data#Sealevelindicator> et

<https://marine.copernicus.eu/access-data/ocean-monitoring-indicators/global-ocean-mean-sea-level-trend-map-observations>

## NIVEAU DE LA MER

Indicateur de suivi pour les océans du CMEMS, fondé sur le produit C3S du niveau de la mer:

<https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/about-data#Sealevelindicator>

<https://marine.copernicus.eu/access-data/ocean-monitoring-indicators/global-ocean-mean-sea-level-trend-map-observations>

## VAGUES DE CHALEUR ET DE FROID MARINES

Les vagues de chaleur marines sont classées comme suit: elles sont modérées lorsque la température de surface de la mer (SST) est supérieure au 90<sup>e</sup> centile de la distribution climatologique pendant cinq jours ou plus. Les catégories «forte», «intense» et «extrême» sont définies en fonction de l'écart entre la SST et la moyenne de la distribution climatologique. Ainsi, si cette différence est deux fois supérieure à l'écart entre le 90<sup>e</sup> centile et la moyenne de la distribution climatologique, on qualifiera la vague de «forte», si elle est trois fois supérieure, on la qualifiera d'«intense», enfin si elle est quatre fois supérieure, on dira qu'elle est «extrême» (Hobday *et al.*, 2018). La catégorisation des vagues de froid marines est analogue, mais repose sur les SST inférieures au 10<sup>e</sup> centile. La période de référence utilisée pour les vagues de chaleur et de froid marines est 1982-2011.

Hobday, A. J.; Oliver, E. C. J.; Sen Gupta, A. *et al.*: «Categorizing and naming marine heatwaves». *Oceanography* 2018, 31 (2), 162-173. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.205>.

NOAA OISST v2: «Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST)»: Banzon, V.; Smith, T. M.; Chin, T. M. *et al.*: «A Long-term Record of Blended Satellite and in situ Sea-surface Temperature for Climate Monitoring, Modeling and Environmental Studies». *Earth System Science Data* 2016, 8 (1), 165-176. <https://doi.org/10.5194/essd-8-165-2016>.

## OSCILLATION NORD-ATLANTIQUE (NAO)

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml>

## SÉCHERESSE

Données du GPCC (<https://gpcc.dwd.de> et [https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm\\_int\\_spi.html](https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm_int_spi.html)), données *in situ* de SMHN, informations du nœud du CCR d'Offenbach pour la surveillance du climat relevant du CR VI de l'OMM ([https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm\\_int\\_sse.html](https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm_int_sse.html))

## FEUX DE FORÊT

Les informations proviennent du nœud du CCR pour la surveillance du climat relevant du CR VI de l'OMM: [https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm\\_int\\_sse.html](https://www.dwd.de/EN/ourservices/rcccm/int/rcccm_int_sse.html)

Indice EFFIS des superficies brûlées en Europe: <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates/EU/2021/2006/2020>

## VAGUES DE FROID ET NEIGE

Des données *in situ* de SMHN ont été utilisées.

## VIOLENTES TEMPÊTES ET VENTS FORTS

Des données *in situ* sur le vent provenant de SMHN ont été utilisées.

## DONNÉES EM-DAT

Les données EM-DAT ont servi à calculer les impacts historiques du climat: <http://www.emdat.be>). EM-DAT est une base de données mondiale sur les catastrophes d'origine naturelle et technologique qui contient des données fondamentales essentielles sur l'occurrence et les effets de plus de 21 000 catastrophes dans le monde depuis 1900. Elle est gérée par le Centre de recherche sur l'épidémiologie des désastres (CRED) de l'École de santé publique de l'Université catholique de Louvain (Bruxelles, Belgique).

Les indicateurs employés pour la mortalité, le nombre de personnes touchées et les dommages économiques sont, respectivement, le nombre total de décès, le nombre de personnes sinistrées et l'ampleur des dégâts matériels (en milliers de dollars É.-U.).

## SERVICES CLIMATOLOGIQUES

Le réseau de centres climatologiques régionaux (CCR) relevant du CR VI de l'OMM procure aux Membres de l'OMM de la Région des services de données, de surveillance du climat et de prévision à long terme. L'accès à ces services se fait à l'adresse suivante: <https://www.rccra6.org>.

Le service Copernicus concernant le changement climatique (C3S) recueille des données et assure une surveillance du climat en Europe, dans l'Arctique et sur l'ensemble du globe. Il publie notamment un [bulletin mensuel sur le climat](#) et un [rapport annuel sur l'état du climat en Europe](#).

*2022 State of Climate Services: Energy* (WMO-No. 1301)

Analyse OMM des contributions déterminées au niveau national (CDN), à partir de l'analyse OMM des CDN des Parties complétée par le Rapport de synthèse de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC): CCNUCC. [Contributions déterminées au niveau national en vertu de l'Accord de Paris – Version révisée du rapport de synthèse du secrétariat](#); CCNUCC: Glasgow, 2021.

Liste récapitulative d'auto-évaluation pour la mise en œuvre des services climatologiques (les capacités des Membres en matière de services climatologiques, selon les réponses données à cette liste, sont présentées [ici](#) sous l'onglet «Services»)

# Contribution au rapport

## SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES NATIONAUX DES MEMBRES

Allemagne, Andorre, Arménie, Autriche, Belarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Fédération de Russie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Israël, Italie, Jordanie, Kazakhstan, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Macédoine du Nord, Malte, Norvège, Pays-Bas (Royaume des), Pologne, Portugal, République arabe syrienne, République de Moldova, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Tchéquie, Türkiye, Ukraine.

## ORGANISMES

Administration des services techniques de l'agriculture (ASTA), Luxembourg; Division des systèmes de base en hydrologie (BSH), Allemagne; Bureau météorologique australien (BoM), Australie; Centre d'observation et de modélisation polaires (CPOM), Université de Northumbria, Royaume-Uni; Centre national d'études spatiales (CNES), France; Collecte localisation satellites (CLS), France; Service météorologique allemand (DWD), Allemagne; service Copernicus concernant le changement climatique (C3S), Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT); Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO); Centre d'hydrométéorologie et de surveillance, organisation non commerciale du Ministère de l'environnement (HMC SNCO), Arménie; Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA); Coalition thématique pour les systèmes alimentaires durables; Coalition thématique pour l'environnement et le changement climatique; Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne (CE); Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS), France; Mercator Océan International, France; Centre Hadley du Service météorologique du Royaume Uni; Administration américaine pour les océans et l'atmosphère (NOAA), États-Unis; Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE); Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE); Université de Reading, Royaume-Uni; Service mondial de surveillance des glaciers (WGMS).

## CONTRIBUTEURS INDIVIDUELS (par ordre alphabétique du nom de famille)

Rebecca Emerton (autrice coordinatrice principale, CEPMMT), Andrew Ferrone (auteur coordonnateur principal, ASTA), Stefan Rösner (auteur coordonnateur principal, DWD), Omar Baddour (OMM), Natalia Berghi (OMM), Peter Bissoli (DWD), Roxana Bojariu (Administration météorologique nationale, Roumanie), Roberta Boscolo (OMM), Iva Brkic (CEE), Walker Darke (CEE), Frank Dentener (CCR de la CE), Ewan Dunlop (CCR de la CE), Yannice Faugère (CLS), Valentina Gasbarri (FAO), Atsushi Goto (OMM), Veronica Grasso (OMM), Charlotte Griffiths (CEE), Peer Hechler (OMM), John Kennedy (OMM), Sari Lappi (OMM), David Lavers (CEPMMT), Brianna Lazerwitz (AIEA), Dario Liguti (CEE), Atsushi Minami (JMA), Nakiete Msemo (OMM), Benoît Meyssignac (LEGOS), Sergiy Nevmyvanyi (FAO), Julien Nicolas (CEPMMT), Inès Otosaka (CPOM), Henri Paillère (AIEA), Frank Paul (Université de Zurich, WGMS), Kornélia Radics (OMM), Claire Ransom (OMM), Anthony Rea (OMM), Maarit Roebeling (DWD), Tania Santivanéz (FAO), Reinhard Schiemann (Université de Reading), Gerard van der Schrier (Institut météorologique royal des Pays-Bas, KNMI), Karina von Schuckmann (Mercator Océan), Serhat Sensoy (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Türkiye), Jose Alvaro Silva (OMM), Andrea Toreti (CCR), Blair Trewin (Bureau météorologique australien), Hari Tulsidas (CEE), Michael Zemp (Université de Zurich, WGMS), Markus Ziese (DWD).

# Notes

- 1 <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- 2 <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- 3 Service Copernicus concernant le changement climatique (C3S). *European State of Climate 2022*; C3S, 2023. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2022>.
- 4 Les données proviennent des jeux de données suivants: Berkeley Earth, ERA5, GISTEMP v4, HadCRUT.5.0.1.0, JRA-55, NOAA GlobalTemp v5. Pour plus de détails, voir la section Jeux de données et méthodologies de l'*État du climat mondial 2022* (OMM-N° 1316).
- 5 Organisation météorologique mondiale (OMM): *État du climat mondial 2022* (OMM-N° 1316). Genève: 2023.
- 6 <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>
- 7 <https://www.csiro.au/greenhouse-gases/>
- 8 Friedlingstein, P.; O'Sullivan, M.; Jones, M. W. *et al.* «Global Carbon Budget 2022», *Earth System Science Data* **2022**, *14*, 4811–4900. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>.
- 9 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Rapport spécial sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique*; sous la direction de Pörtner, H.-O.; Roberts, D.C.; Masson-Delmotte, V. *et al.*; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis d'Amérique, 2019. <https://www.ipcc.ch/srocc/>.
- 10 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*; sous la direction de Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. *et al.*; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis, 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 11 Un graphique montrant la tendance à l'échelle du globe et des six Régions de l'OMM pendant différentes périodes de 30 ans peut être consulté à l'adresse: [https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/monitoring/regional/wmo\\_ra\\_vi.html](https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/monitoring/regional/wmo_ra_vi.html). Les températures dans les Régions de l'OMM sont établies sur les terres émergées uniquement, tandis que les températures mondiales sont mesurées sur toutes les surfaces.
- 12 Sur l'ensemble des terres de la Région VI de l'OMM (voir la carte dans la section [Jeux de données et méthodes](#)). Cette Région s'étend du Groenland à l'ouest et jusqu'à 20° de longitude après la limite est de l'Europe utilisée pour le [rapport sur l'état du climat en Europe](#) du service Copernicus concernant le changement climatique (C3S) et pour l'[indicateur de température de l'Agence européenne pour l'environnement \(AEE\)](#). On peut donc s'attendre à certaines divergences dans le classement.
- 13 Les anomalies saisonnières et les classements s'appuient sur la réanalyse ERA5 de 1950, avec une délimitation légèrement différente de l'Europe, décrite dans la note de bas de page 2 du rapport du C3S sur l'état du climat en Europe: [https:// climate.copernicus.eu/esotc/2022/temperature](https://climate.copernicus.eu/esotc/2022/temperature).
- 14 Pour un bref aperçu de la cryosphère et de ses composantes, voir: <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/cryosphere>. Pour une présentation exhaustive de l'état des connaissances concernant toutes les composantes de la cryosphère, voir: Stratégie mondiale intégrée d'observation (IGOS). *Cryosphere Theme Report: For the Monitoring of our Environment from Space and from Earth* (WMO/TD-No. 1405). OMM: Genève, 2007. Voir également Lemke, P.; Ren, J.; Alley, R. B. *et al.*: «Observations: Changes in Snow, Ice and Frozen Ground». Dans *Changement climatique 2007: les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*; sous la direction de Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis, 2007. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter4-1.pdf>. Voir aussi: Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). *Global Outlook for Ice and Snow*; 2007. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/13696>. Voir également: Vaughan, D. G.; Comiso, J. C.; Allison, I. *et al.*: «Observations: Cryosphere». *Changement climatique 2013: les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*; sous la direction de Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K. *et al.*; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis, 2013. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter04\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter04_FINAL.pdf). Voir aussi: Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Rapport spécial sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique*; sous la direction de Pörtner, H.-O.; Roberts, D.C.; Masson-Delmotte, V. *et al.*; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis, 2019. <https://www.ipcc.ch/srocc/>. Voir aussi: Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*; sous la direction de Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. *et al.*; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis, 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 15 Une perte de masse de 1,0 m d'équivalent en eau par an équivaut à un amincissement de l'épaisseur de glace d'environ 1,1 m par an et correspond à une perte de masse d'une tonne par mètre carré.

- 16 Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT). *Schlimmer als 2003: Schweizer Gletscher Schmolzen Wie Noch Nie* [Communiqué de presse]. 28 septembre 2022. [https://scnat.ch/de/uuid/i/2e076759-0234-567e-9bfb-2cdfabd6ff34-Schlimmer\\_als\\_2003\\_Schweizer\\_Gletscher\\_schmolzen\\_wie\\_noch\\_nie](https://scnat.ch/de/uuid/i/2e076759-0234-567e-9bfb-2cdfabd6ff34-Schlimmer_als_2003_Schweizer_Gletscher_schmolzen_wie_noch_nie).
- 17 L'inlandsis groenlandais s'étend sur 1,7 million de km<sup>2</sup> (Morlighem, M.; Williams, C.N.; Rignot, E. *et al.*: «BedMachine v3: Complete Bed Topography and Ocean Bathymetry Mapping of Greenland From Multibeam Echo Sounding Combined With Mass Conservation». *Geophysical Research Letters* 2017, 44(21), 11 051-11 061. <https://doi.org/10.1002/2017GL074954>), seules les observations par satellite permettent de suivre les changements de masse de l'inlandsis sur une superficie aussi vaste. L'estimation du bilan de masse de l'inlandsis groenlandais utilisée ici est l'estimation de l'exercice de comparaison des bilans de masse des inlandsis (IMBIE) mise à jour jusqu'en 2021. Elle résulte de la combinaison de 27 estimations du bilan de masse par satellite, dérivées des observations de la variation du volume de l'inlandsis par altimétrie satellitaire, des changements du champ gravitationnel de l'inlandsis par gravimétrie satellitaire, et des changements de la vitesse d'écoulement de la glace, combinées à une estimation par modèle du bilan de masse en surface selon la méthode d'entrée-sortie (Otosaka, I. N.; Shepherd, A.; Ivins, E. R. *et al.*: «Mass Balance of the Greenland and Antarctic Ice Sheets from 1992 to 2020». *Earth System Science Data* 2022, 15 (4), 1 597-1 616. <https://doi.org/10.5194/essd-15-1597-2023>).
- 18 L'année 2022 de bilan de masse s'étend du 1<sup>er</sup> septembre 2021 au 31 août 2022. Sources de données et plus amples détails: *État du climat mondial 2022* (OMM-N° 1316), page 15.
- 19 Le secteur arctique européen est défini ici comme la zone océanique comprise entre 44° W-50° E, 63°-85° N (à l'exclusion de la mer Baltique).
- 20 Pour plus de détails sur l'état de la glace de mer dans la mer Baltique, voir: [https://www.bsis-ice.de/Beschreibung\\_Eiswinter2022/Eiswinter2022en.html](https://www.bsis-ice.de/Beschreibung_Eiswinter2022/Eiswinter2022en.html).
- 21 Les données de l'Institut météorologique finlandais concernant l'étendue maximale de la glace de mer dans la mer Baltique en hiver, utilisées ici, remontent à plus de 300 ans, à savoir à l'hiver 1719/1720.
- 22 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Résumé à l'intention des décideurs. Dans: *Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis, 2021. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WG1\\_SPM\\_French.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf).
- 23 von Schuckmann, K.; Cheng, L.; Palmer, M. D. *et al.* Heat Stored in the Earth System: Where Does the Energy Go? *Earth System Science Data* 2020, 12 (3), 2013-2041. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2013-2020>.
- 24 Cheng, L.; Trenberth, K.E.; Fasullo, J. T. *et al.* Evolution of Ocean Heat Content Related to ENSO. *Journal of Climate* 2019, 32 (12), 3 529-3 556. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0607.1>.
- 25 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Résumé à l'intention des décideurs. Dans: *Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis, 2021. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WG1\\_SPM\\_French.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf).
- 26 Josey, S. A.; Sinha, B.: «Subpolar Atlantic Ocean Mixed Layer Heat Content Variability is Increasingly Driven by an Active Ocean». *Communications Earth Environment* 2022, 3. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00433-6>.
- 27 Keil, P.; Mauritsen, T.; Jungclaus, J. *et al.*: «Multiple Drivers of the North Atlantic Warming Hole». *Nature Climate Change* 2020, 10, 667-671. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0819-8>.
- 28 Holliday, N.P.; Bersch, M.; Berx, B. *et al.*: «Ocean Circulation Causes the Largest Freshening Event for 120 Years in Eastern Subpolar North Atlantic». *Nature Communications* 2020, 11. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14474-y>.
- 29 Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) donne un aperçu de l'évolution du niveau de la mer dans un contexte de réchauffement climatique. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*; sous la direction de Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. *et al.*; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis, 2021. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>.
- 30 Nicholls, R.J.; Lincke, D.; Hinkel, J. *et al.*: «A Global Analysis of Subsidence, Relative Sea-Level Change and Coastal Flood Exposure». *Nature Climate Change* 2021, 11, 338-342. [doi.org/10.1038/s41558-021-00993-z](https://doi.org/10.1038/s41558-021-00993-z).
- 31 Organisation météorologique mondiale (OMM). *État du climat mondial 2022* (OMM-N° 1316). Genève: 2023.
- 32 L'incertitude quant à la tendance du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale depuis 1993 est estimée à  $\pm 0,3$  mm/an et peut atteindre 0,9 mm/an dans la zone européenne. Pour plus de détails, voir: <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/about-data#Sealevelindicator>, rubrique «Uncertainty estimates».

- 33 Près du littoral, les variations du niveau de la mer, mesurées à l'aide d'altimètres, et les tendances correspondantes, sont plus incertaines que les mesures établies en haute mer. Ce phénomène s'explique par des facteurs locaux, comme la distorsion de l'écho radar altimétrique par les caractéristiques du littoral, les incertitudes plus grandes que présentent certaines corrections altimétriques (comme les marées océaniques), d'autres phénomènes locaux qui ne sont pas perçus par les satellites (comme la distance à laquelle les vagues s'échouent sur le rivage) et la résolution spatiale des données recueillies par satellite.
- 34 Base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT) du Centre de recherche sur l'épidémiologie des désastres (CRED): <https://www.emdat.be/>
- 35 *2022 State of Climate Services: Energy* (WMO-No. 1301)
- 36 <https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/ECHO-Products/Echo-Flash#/daily-flash-archive/4637>
- 37 Base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT) du Centre de recherche sur l'épidémiologie des désastres (CRED): <https://www.emdat.be/>
- 38 Institut Robert Koch, Allemagne: *Hitzebedingte Mortalität in Deutschland 2022*
- 39 Office for National Statistics (ONS) et UK Health Security Agency (UKHSA): *Excess Mortality During Heat-periods: 1 June to 31 August 2022*
- 40 Santé Publique, France: *Bilan canicule et santé: Un été marqué par des phénomènes climatiques multiples et un impact sanitaire important*
- 41 Base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT) du Centre de recherche sur l'épidémiologie des désastres (CRED): <https://www.emdat.be/>
- 42 San-Miguel-Ayanz, J.; Durrant, T.; Boca, R. *et al.*: «Advance Report on Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022»; Office des publications de l'Union européenne: Luxembourg, 2023. doi:10.2760/091540, JRC133215.
- 43 Une vague de chaleur marine peut se définir comme une période d'au moins cinq jours pendant laquelle la température de surface de la mer est supérieure à 90 % des températures enregistrées au cours d'une période de comparaison de 30 ans à la même date et dans la même région: Hobday, A. J.; Alexander, L. V.; Perkins, S. E. *et al.*: «A Hierarchical Approach to Defining Marine Heatwaves». *Progress in oceanography* 2016, 141, 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>.
- 44 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Résumé à l'intention des décideurs. Dans: *Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [publié sous la direction de Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, États-Unis, 2021. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WG1\\_SPM\\_French.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf).
- 45 <https://www.mercator-ocean.eu/actualites/marine-heatwaves-mediterranean-summer-2022/>
- 46 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Changement climatique 2021: Rapport de synthèse du sixième Rapport d'évaluation du GIEC*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- 47 [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en).
- 48 <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2023/>
- 49 <https://climate.copernicus.eu/esotc/2022/wind-solar-energy-resources>
- 50 [https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc\\_eude\\_eur\\_sun\\_anos\\_2022\\_17.png](https://www.dwd.de/DWD/klima/rcccm/int/rcc_eude_eur_sun_anos_2022_17.png)
- 51 Carte tirée du Global Solar Atlas (Atlas solaire mondial) 2.0, une application Web gratuite, développée et gérée par la société Solargis s.r.o. pour le compte du Groupe de la Banque mondiale, avec les données de Solargis et un financement du Programme d'assistance à la gestion du secteur énergétique (ESMAP). Pour plus d'informations: <https://globalsolaratlas.info>.
- 52 Carte tirée du Global Wind Atlas (Atlas mondial des ressources éoliennes) 3.0, une application Web gratuite développée, détenue et gérée par l'Université technique du Danemark (DTU). L'Atlas mondial des ressources éoliennes 3.0 est publié en partenariat avec le Groupe de la Banque mondiale, à partir de données fournies par Vortex, grâce au financement du Programme d'aide à la gestion du secteur énergétique (ESMAP). Pour plus d'informations: <https://globalsolaratlas.info>. Cet atlas a été développé par une équipe composée de Jake Badger, J.; Bauwens, I.; Casso, P. *et al.*
- 53 Selon l'emplacement des centrales (des microcentrales hydroélectriques aux grandes centrales) et les jeux de données de lignes de rupture (altitude) du Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010) ainsi que les données sur le ruissellement du Centre mondial de données sur le ruissellement. Hoes, O. A. C. *Global Potential Hydropower Locations*; Version 1. Jeux de données 4TU.ResearchData, 2014. <https://doi.org/10.4121/uuid:99b42e30-5a69-4a53-8e77-c954f11dbc76>.

- 54 Selon les séries chronologiques depuis 1983 de l'éclairement énergétique de surface tirées des données de moyenne mensuelle SARAH-2.1, de vitesse du vent à 100 m et de total de précipitations, tirées des moyennes mensuelles ERA5: <https://cds.climate.copernicus.eu#!/home>.
- 55 <https://climate.copernicus.eu/esotc/2022/wind-solar-energy-resources>
- 56 Selon l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA); Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). *Renewable Energy for Agri-food Systems – Towards the Sustainable Development Goals and the Paris Agreement*; IRENA et FAO: Abou Dhabi et Rome, 2021. <https://doi.org/10.4060/cb7433en>.
- 57 <https://gcos.wmo.int/en/publications/gcos-implementation-plan2022>
- 58 <https://www.ocean-ops.org/>
- 59 La délimitation de la zone du Conseil régional VI de l'OMM peut être consultée en format interactif à l'adresse suivante: <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=2848c7bbd9bf479f9d810d8f1c32e2f5>.
- 60 <https://public.wmo.int/fr/%C3%A0-propos-de-nous/membres>
- 61 [https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/country-profiles\\_fr](https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/country-profiles_fr)
- 62 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/350405>
- 63 <https://unece.org/geographical-scope>



Pour de plus amples informations, veuillez vous adresser à:

## **Organisation météorologique mondiale**

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

**Bureau de la communication stratégique  
Cabinet du Secrétaire général**

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

Courriel: [cpa@wmo.int](mailto:cpa@wmo.int)

[public.wmo.int](http://public.wmo.int)