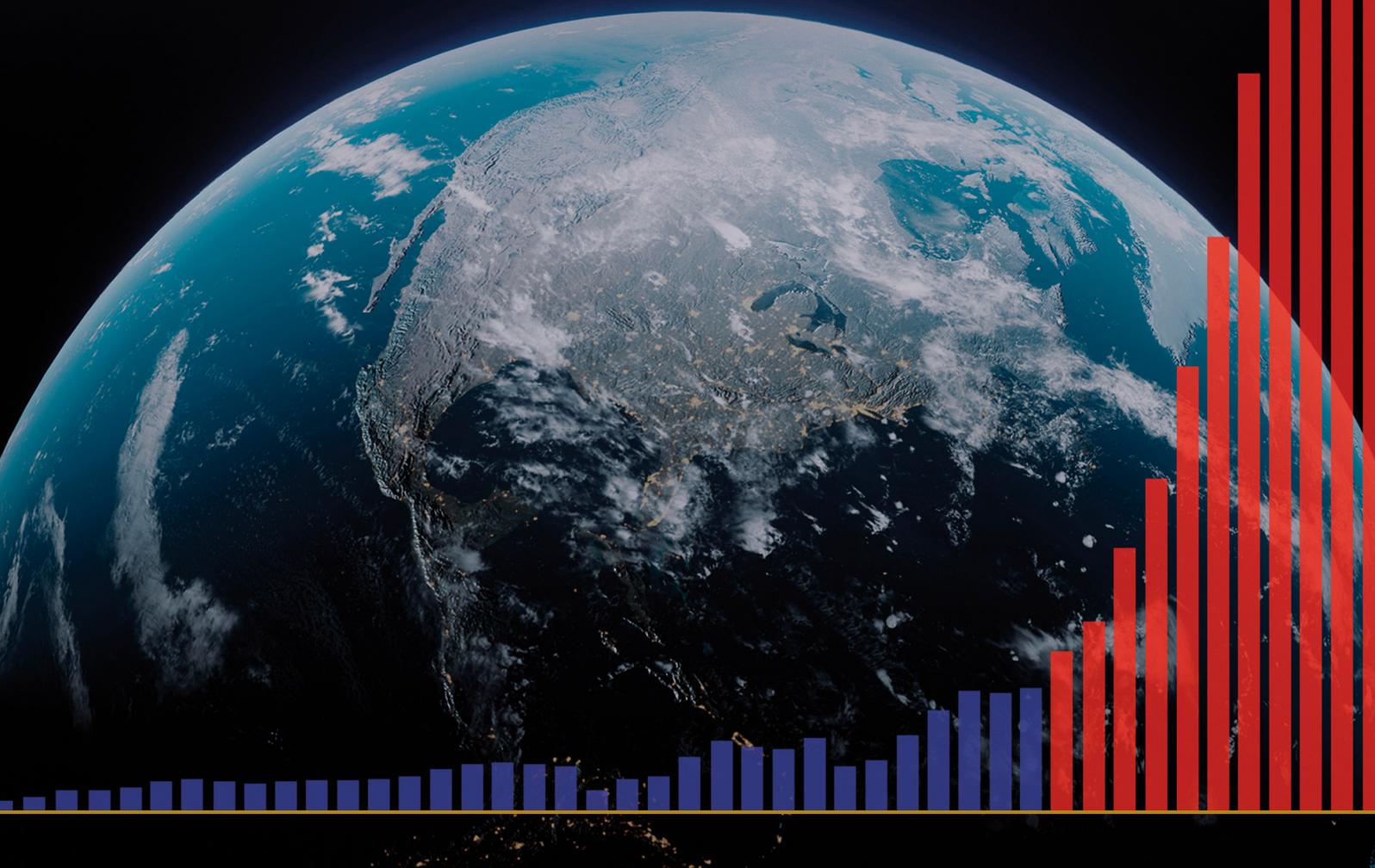


# SUR LA PROGRESSION

DES CATACLYSMES CLIMATIQUES  
SUR TERRE ET LEURS CONSÉQUENCES  
CATASTROPHIQUES



# **SUR LA PROGRESSION**

---

## **DES CATACLYSMES CLIMATIQUES SUR TERRE ET LEURS CONSÉQUENCES CATASTROPHIQUES**

Rapport

# TABLE DES MATIERES

---

<b>Partie 1. Croissance exponentielle des catastrophes naturelles</b> .....	4
Augmentation de l'activité sismique.....	5
Augmentation des tremblements de terre à foyer profond.....	10
Augmentation de l'activité volcanique.....	12
Intensification des ouragans, des tempêtes et des tornades.....	20
Augmentation du nombre d'inondations et de sécheresses.....	25
Augmentation du nombre de feux de forêts.....	27
Réchauffement de l'océan mondial.....	30
Fonte anormale des glaciers de l'Antarctique et du Groenlande .....	35
Réchauffement des couches inférieures de l'atmosphère .....	42
Changements dans les couches supérieures de l'atmosphère.....	44
<b>Partie 2. Les causes de la catastrophe mondiale</b> .....	46
Changements planétaires en 1995.....	48
Le saut du noyau de la Terre en 1998.....	52
Interconnexions entre les processus géodynamiques et climatiques .....	55
Changements sur d'autres planètes du système solaire.....	57
Processus astronomiques et leur cyclicité .....	68
Un réchauffement anormal de la Sibérie.....	71
Le cycle courant de la planète Terre .....	73
Modélisation tectonophysique et mathématique de la disparition de la Terre en 2036.....	77
<b>Partie 3. Une solution est possible</b> .....	80
Restauration de l'océan .....	81
<b>Conclusions</b> .....	84
<b>Annexe 1</b> .....	85
<b>Références</b> .....	87

## Partie 1

# CROISSANCE EXPONENTIELLE DES CATASTROPHES NATURELLES

Selon les dernières recherches scientifiques, il est probable que d'ici 2036, la viabilité de la biosphère terrestre soit menacée. Cette hypothèse repose sur des modèles mathématiques rigoureux et des données factuelles qui indiquent un éventuel état critique de la planète. Le facteur anthropique – les activités humaines qui entraînent une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère – joue un rôle important dans le changement climatique. Outre l'impact anthropique, il existe d'autres facteurs, souvent sous-estimés, qui influencent de manière significative les changements climatiques. Ceux-ci incluent les cycles naturels de la géodynamique, ainsi que les processus astronomiques, notamment l'activité solaire et les variations orbitales de la Terre. Ces facteurs jouent un rôle clé dans les cycles climatiques de longue durée et peuvent soit amplifier, soit atténuer l'impact anthropique sur le système climatique terrestre.

Ces dernières années, le nombre de catastrophes climatiques a augmenté rapidement à travers la planète. Leur dynamique est caractérisée par une croissance exponentielle. Les cataclysmes surviennent soudainement, et de plus, dans des endroits où ils ne se sont jamais produits auparavant, causant d'énormes dégâts et des pertes de vies humaines. Dans le passé, il y a eu des catastrophes climatiques et géophysiques d'une plus grande ampleur que celles que nous avons connues au cours des dix

dernières années, mais il s'agissait d'événements isolés. Actuellement, les catastrophes naturelles présentent une tendance constante à la hausse, un caractère synchrone et un impact géographique croissant.

Ce rapport présente une analyse de la progression des changements climatiques et géodynamiques croissants sur Terre au cours des 30 dernières années, ainsi que de leur relation avec d'autres facteurs anthropiques qui aggravent considérablement la situation climatique de la planète. Le rapport présente également une prévision d'une croissance exponentielle des cataclysmes, indiquant la grande vulnérabilité des États-Unis d'Amérique et de la Fédération de Russie, ainsi que du monde entier, face au nombre et à l'ampleur croissants des catastrophes naturelles extrêmes. Toutes les analyses présentées sont basées sur des données scientifiques accessibles au grand public.

Avant d'aborder en détail les nouveaux facteurs anthropiques, une analyse approfondie des changements géodynamiques affectant la lithosphère, l'hydrosphère, l'atmosphère et la magnétosphère de notre planète est nécessaire. Une telle approche permettra non seulement de dresser un tableau global des changements climatiques actuels, mais également de déterminer avec précision comment les activités humaines affectent ces processus complexes et interdépendants.

## Augmentation de l'activité sismique

La Terre connaît une augmentation anormale de l'activité sismique : la magnitude, la fréquence et la libération de l'énergie des tremblements de terre augmentent. Cette tendance est perceptible aussi bien sur les continents qu'au

fond des océans.

Selon les données du Centre sismologique international (ISC), il y a eu une augmentation constante de l'énergie sismique autour de la planète depuis 1990 (Image 1).

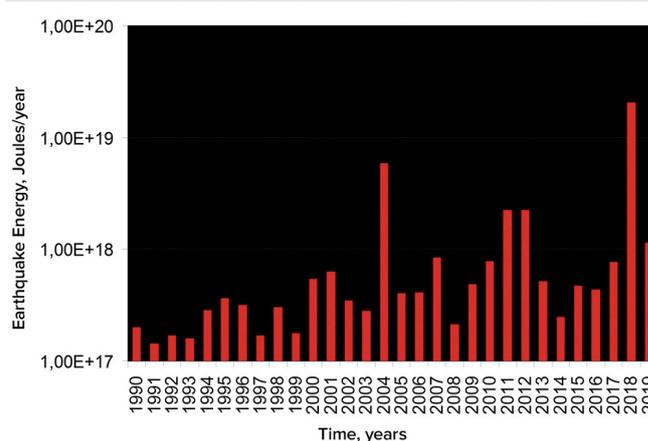
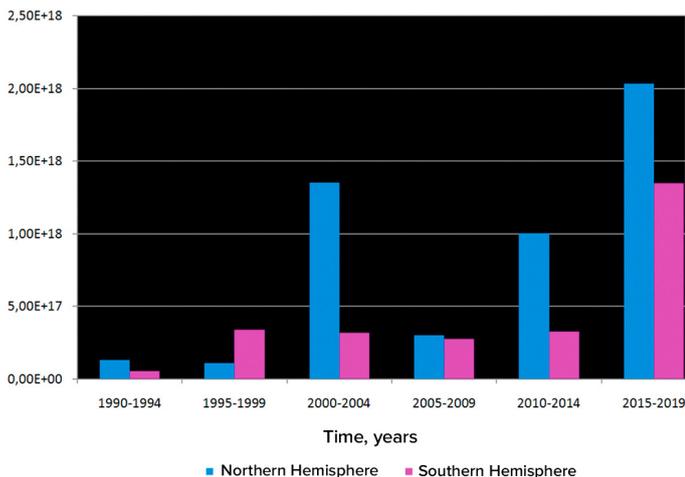


Image 1

Les graphiques représentent l'énergie sismique de 1990 à 2019, sur la base des données du ISC. L'auteur des graphiques est le Dr A. Yu. Reteyum, professeur à la Faculté de géographie de l'Université d'État Lomonossov de Moscou, 2020.

Source des graphiques : <https://regnum.ru/article/3101660>, <https://regnum.ru/article/2913426>

Arthur Viterito, professeur à l'Université du Maryland, a observé une augmentation du nombre de tremblements de terre au fond des océans le long des zones de propagation médio-océaniques depuis 1995<sup>1</sup> (Image 2). De plus, avec un coefficient de corrélation de 0,7, ce graphique correspond à la hausse des températures mondiales avec un

retard de deux ans sur la température. L'activité sismique et volcanique le long des zones d'expansion médio-océaniques entraîne une augmentation des taux d'émission des sources hydrothermales et du réchauffement de l'eau, ce qui entraîne à son tour la libération de gaz à effet de serre et un réchauffement de l'atmosphère.

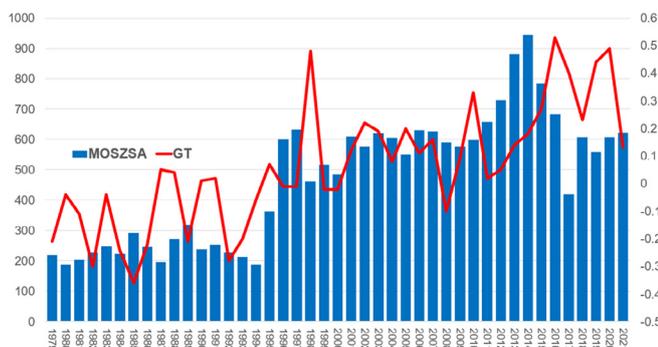
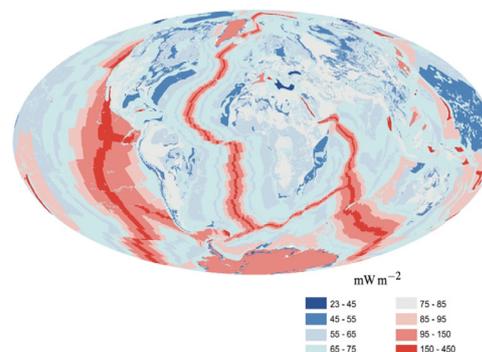


Image 2

L'augmentation simultanée du nombre de tremblements de terre au fond des océans d'une magnitude de 4 à 6 et des températures atmosphériques mondiales. Viterito, A. (2022) 1995 : Un point d'inflexion important dans l'histoire géophysique récente. *Revue internationale des sciences de l'environnement et des ressources naturelles*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271> La carte montre le réchauffement géothermique des dorsales médio-océaniques, Davies & Davies, 2010.



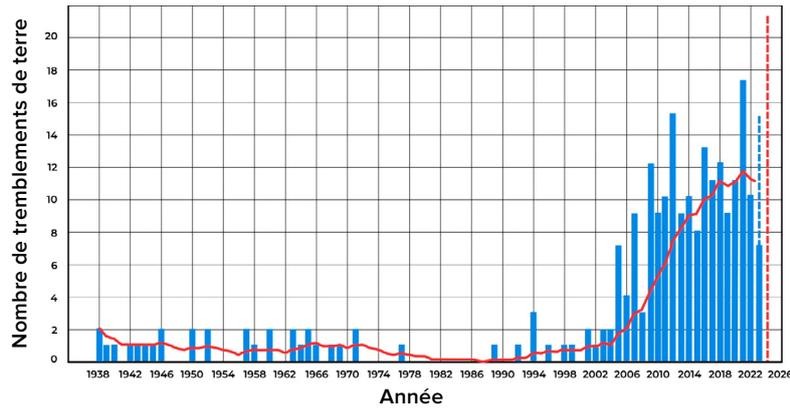
<sup>1</sup>Viterito, A. (2022). 1995 : Un point d'inflexion important dans l'histoire géophysique récente. *Revue internationale des sciences de l'environnement et des ressources naturelles*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>

Dans la période moderne, contrairement aux données historiques, on observe une augmentation exponentielle sans précédent de la fréquence des tremblements de terre importants. L'analyse des données de l'US Geological Survey

(USGS) indique qu'avant les années 2000, il n'y avait qu'un ou deux tremblements de terre destructeurs d'une magnitude de 6 et plus par an, alors qu'aujourd'hui, leur nombre a été multiplié par huit (Image 3).

### Augmentation du nombre de tremblements de terre importants dans le monde avec des magnitudes M6.0 et supérieures

Critère d'importance 1000+ (PAGER, ShakeMap, DYFI) tremblements de terre (M6+)



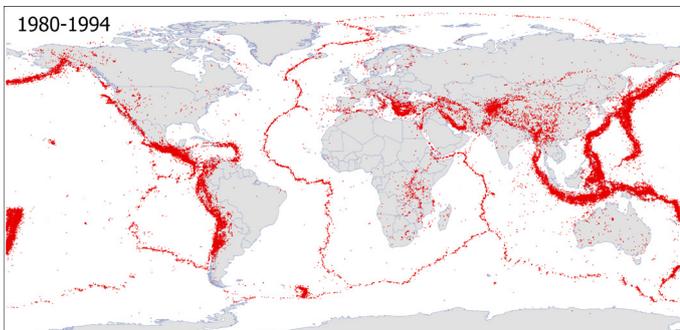
#### Image 3

Le nombre de tremblements de terre significatifs d'une magnitude de 6.0 et plus dans le monde. La sélection des tremblements de terre a été réalisée sur la base d'un critère d'importance de 1000+, prenant en compte la magnitude, l'intensité, la perceptibilité et les dommages afin d'identifier les événements aux conséquences significatives, tout en excluant les cas mineurs et insignifiants. Source des données : Commission géologique des États-Unis (USGS, US Geological Survey)

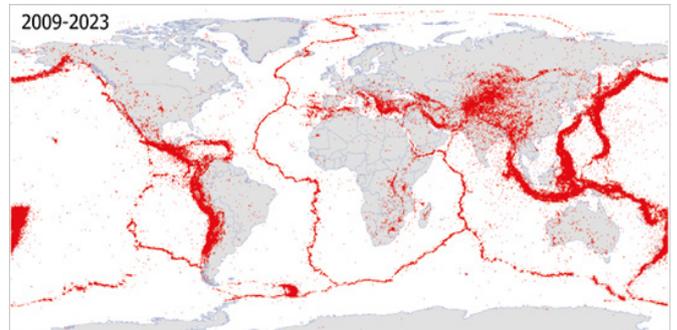
Le nombre de tremblements de terre augmente dans des régions auparavant peu connues pour leur forte activité sismique. Les cartes présentées sur l'image 4 démontrent clairement l'expansion de la couverture

géographique des événements sismiques : ils s'étendent désormais au-delà des limites des plaques lithosphériques et se produisent au sein de plateformes stables.

#### Tremblements de terre d'une magnitude de 4+ à l'échelle mondiale entre 1980 et 1994



#### Tremblements de terre M4+ à l'échelle mondiale entre 2009 et 2023



#### Image 4

La carte affiche tous les tremblements de terre d'une magnitude de 4.0 et plus sur deux périodes identiques : 1980-1994 et 2009-2023. Les cartes ont été créées en tenant compte de tous les tremblements de terre uniques enregistrés dans les bases de données sismiques telles que IRIS, ISC, USGS, EMCS et VolcanoDiscovery.

Certaines personnes pensent que l'augmentation du nombre de tremblements de terre est due à l'expansion du réseau de capteurs sismiques plutôt qu'à une augmentation réelle du nombre d'événements. Au fil du temps, le nombre et la sensibilité des capteurs sismiques ont en effet augmenté. Cependant, cela n'a conduit qu'à un enregistrement plus détaillé de séismes de petite magnitude qui étaient auparavant inaperçus. En fait, depuis les années

1970, il y a suffisamment de capteurs sismiques en place pour enregistrer tous les tremblements de terre d'une magnitude de 4.0 ou plus (voir Image 5). Par conséquent, la tendance observée à l'augmentation des tremblements de terre depuis 1995 n'est pas due aux progrès technologiques mais reflète des changements réels. Au cours des 25 dernières années, l'activité sismique a en effet augmenté de façon spectaculaire et continue de croître.

Graphique de la densité des événements sismiques en fonction de leur magnitude à l'échelle mondiale

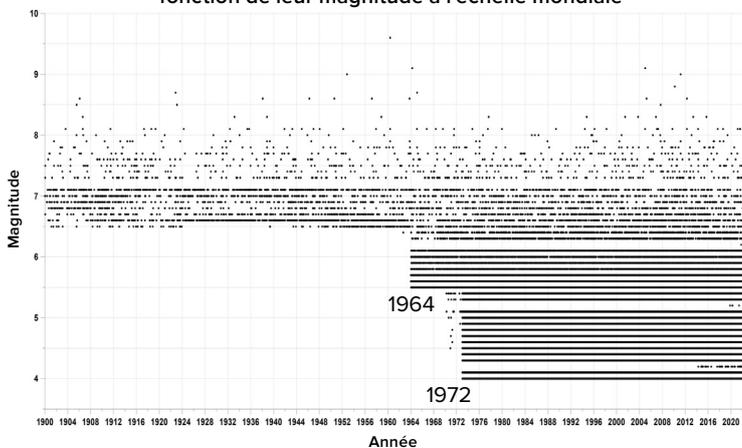


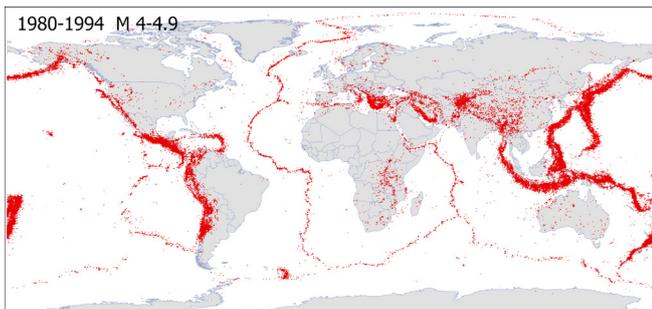
Image 5

Les points noirs sur le graphique représentent des tremblements de terre de magnitude variable au cours des différentes années. Avant 1964, seuls les tremblements de terre d'une magnitude de 6.5 et plus étaient enregistrés. Depuis 1964 (avec l'installation de détecteurs plus sensibles), des séismes de magnitude 5.5 et plus ont été enregistrés. Depuis 1972, des tremblements de terre d'une magnitude de 4.0 et plus ont été enregistrés, quel que soit leur emplacement.

La carte sur l'image 6 montre la répartition spatiale des tremblements de terre d'une magnitude de 4.0 à 4.9 survenus dans différentes régions de la Terre. Ces cartes représentent tous les tremblements de terre uniques enregistrés dans les bases de données sismiques d'IRIS, ISC, USGS, EMCS et VolcanoDiscovery. La carte montre que des événements sismiques d'une

magnitude de 4.0 à 4.9 ont déjà été enregistrés dans le monde avant 1995, ce qui indique la présence de capteurs sismiques dans ces zones. Depuis 1995, on a observé une augmentation du nombre et de la superficie des régions à forte activité sismique, ainsi que l'émergence de nouvelles régions connaissant un nombre important de tremblements de terre.

Magnitude 4.0 - 4.9 Tremblements de terre à l'échelle mondiale entre 1980 et 1994



Magnitude 4.0 - 4.9 Tremblements de terre à l'échelle mondiale entre 2009 et 2023

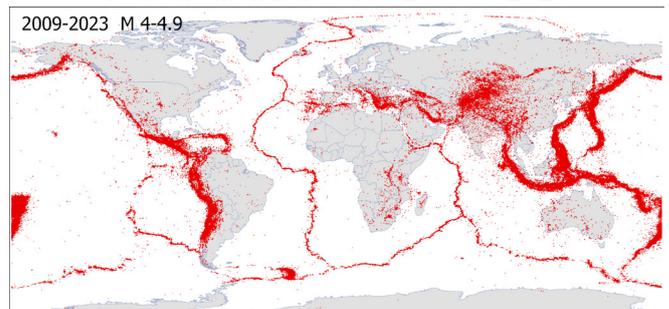


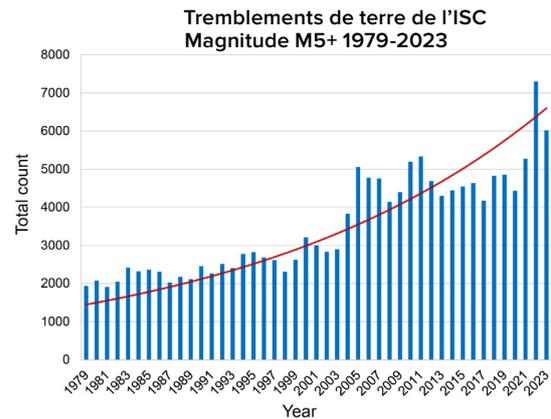
Image 6

Tremblements de terre d'une magnitude de 4.0 à 4.9 dans le monde pour 1980-1994 et 2009-2023. Ces cartes représentent tous les tremblements de terre uniques enregistrés dans les bases de données sismiques d'IRIS, ISC, USGS, EMCS et VolcanoDiscovery.

L'augmentation des tremblements de terre d'une magnitude de 5.0 ou plus se reflète également dans le graphique illustrant le nombre d'événements sismiques selon la base de données du Centre sismologique international, ISC (Image 7).

**Image 7**

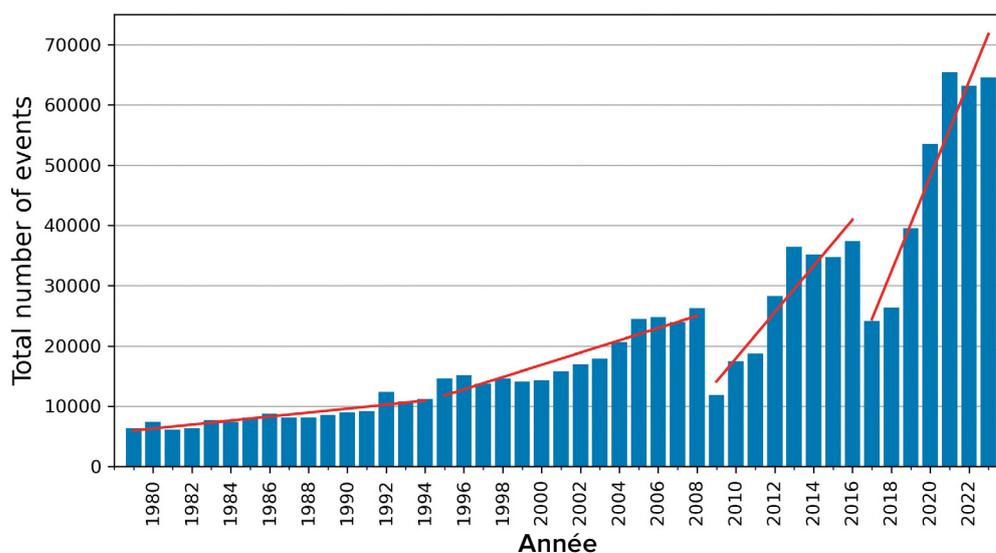
Tremblements de terre d'une magnitude de 5.0 et plus selon la base de données ISC. L'augmentation significative du nombre de tremblements de terre en 1995 est clairement visible.



Selon la base de données VolcanoDiscovery (<https://www.volcanodiscovery.com>), dans les années 1980, il y a eu environ 10 000 tremblements de terre d'une magnitude de 3.0 ou plus chaque année. Cependant, depuis 2021, plus de 60 000 tremblements de terre de cette magnitude se sont produits chaque année (voir Image 8). Cette base de données comprend notamment un ensemble important d'événements sismiques non présents dans d'autres bases de données.

L'augmentation du nombre de séismes de petite magnitude parle du fait que le nombre de séismes de forte magnitude va probablement augmenter à l'avenir, selon la loi de Gutenberg-Richter. Cette loi exprime une relation logarithmique entre le nombre de séismes et leur magnitude, c'est-à-dire que si le nombre de séismes de petite magnitude augmente, alors le nombre de séismes de grande magnitude devrait également augmenter.

**Séismes d'une magnitude de M3 à M9 dans le monde entre 1979 et 2023**



**Image 8**

Le graphique montre l'augmentation du nombre de tremblements de terre d'une magnitude de 3.0 ou plus dans le monde, sur la base des données de la base de données sismologique VolcanoDiscovery. Le graphique illustre une tendance exponentielle.

Il est important de noter qu’aucune base de données sismique mondiale ne peut fournir une représentation complète et précise de l’activité sismique dans le monde entier en raison des différences dans les aspects techniques, scientifiques et pratiques de leurs opérations. L’image 9 présente un graphique du nombre de tremblements de terre d’une magnitude d’au moins 3.0 enregistrés par divers services sismologiques internationaux depuis 1979.

En comparant tous les événements présentés dans ces bases de données sismiques, il devient évident que depuis 2014, les séries d’événements

sismiques ont commencé à différer non seulement en quantité (voir Image 9) mais aussi en unicité (voir Image 10). Cela signifie qu’il existe des événements présents dans une ou plusieurs bases de données mais absents dans d’autres. Bien que les ensembles de données sur les tremblements de terre devraient refléter la même réalité.

Pour obtenir une image plus complète et objective de l’activité sismique dans le monde, il est essentiel de comparer et de rapprocher les données provenant de différentes sources, en tenant compte de leurs particularités et de leurs limites.

Comparaison du nombre de séismes d’une magnitude de 3+ de 1979 à 2022 à partir des données de diverses bases de données sismiques

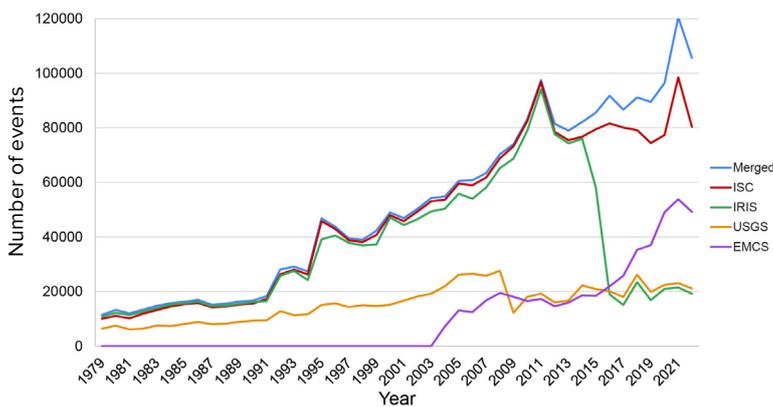
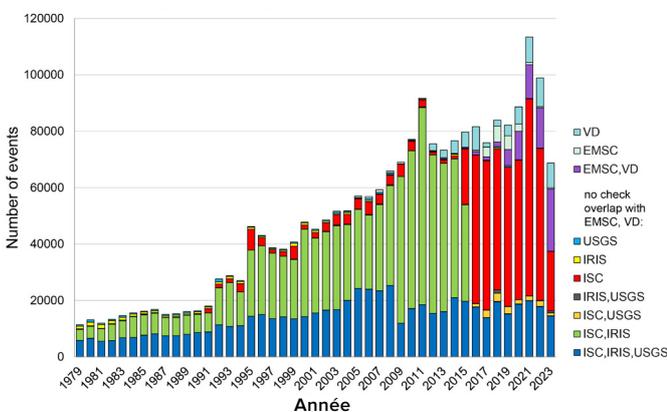


Image 9

Le graphique représente le nombre de tremblements de terre d’une magnitude d’au moins 3.0 enregistrés par divers services sismologiques internationaux sur une période spécifique. La courbe bleue représente la somme de tous les événements uniques collectés dans chaque base de données. La méthodologie de sélection est détaillée en annexe 1.

Nombre d’événements sismiques uniques d’une magnitude de 3+ entre 1979 et 2023 signalés uniquement par les agences indiquées



Nombre d’événements sismiques uniques d’une magnitude de 4+ entre 1979 et 2023 signalés uniquement par les agences indiquées

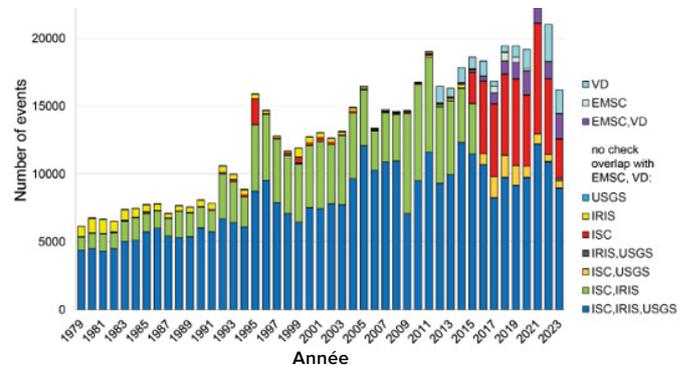


Image 10

Graphiques illustrant le nombre d’événements sismiques uniques d’une magnitude de 3.0 et plus (à gauche) et d’une magnitude de 4.0 et plus (à droite) présents simultanément uniquement dans les services sismiques spécifiés de 1979 à 2023.

# Augmentation des tremblements de terre à foyer profond

Les tremblements de terre à foyer profond sont des événements sismiques qui se produisent à des profondeurs supérieures à 300 km et, dans certains cas, atteignant des profondeurs allant jusqu'à 750 km sous la surface de la Terre. Les tremblements de terre à foyer profond se produisent dans des conditions de pression et de température élevées, où le matériau du manteau devrait se déformer plastiquement plutôt que d'être fragile et, par conséquent, ne devrait pas générer de tremblements de terre. Néanmoins, de tels événements sont régulièrement enregistrés et les mécanismes de leur apparition restent l'objet de discussions scientifiques.

L'augmentation actuelle des tremblements de terre n'est pas attribuée uniquement aux tensions dans la croûte terrestre, mais plutôt à une augmentation de l'activité magmatique mondiale au plus profond de la Terre. Ceci est indiqué par la tendance exponentielle à l'augmentation des séismes à foyer profond (Images 11-12). Le graphique montre la progression exponentielle du nombre croissant de tremblements de terre à des profondeurs supérieures à 300 km dans le manteau supérieur de la Terre. Un saut significatif peut être observé en 1995, semblable à des sauts dans de nombreuses autres anomalies géodynamiques.

Séismes à foyer profond d'une magnitude de 1+ à l'échelle mondiale entre 1970 et 2023

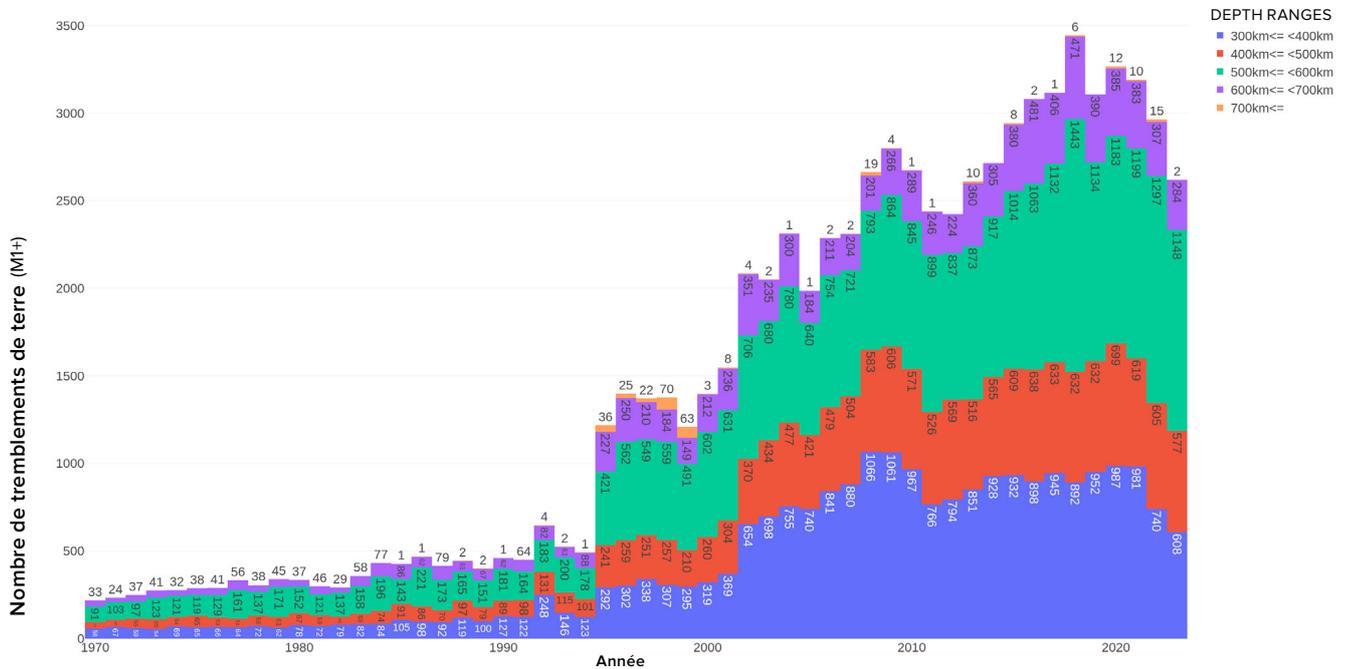
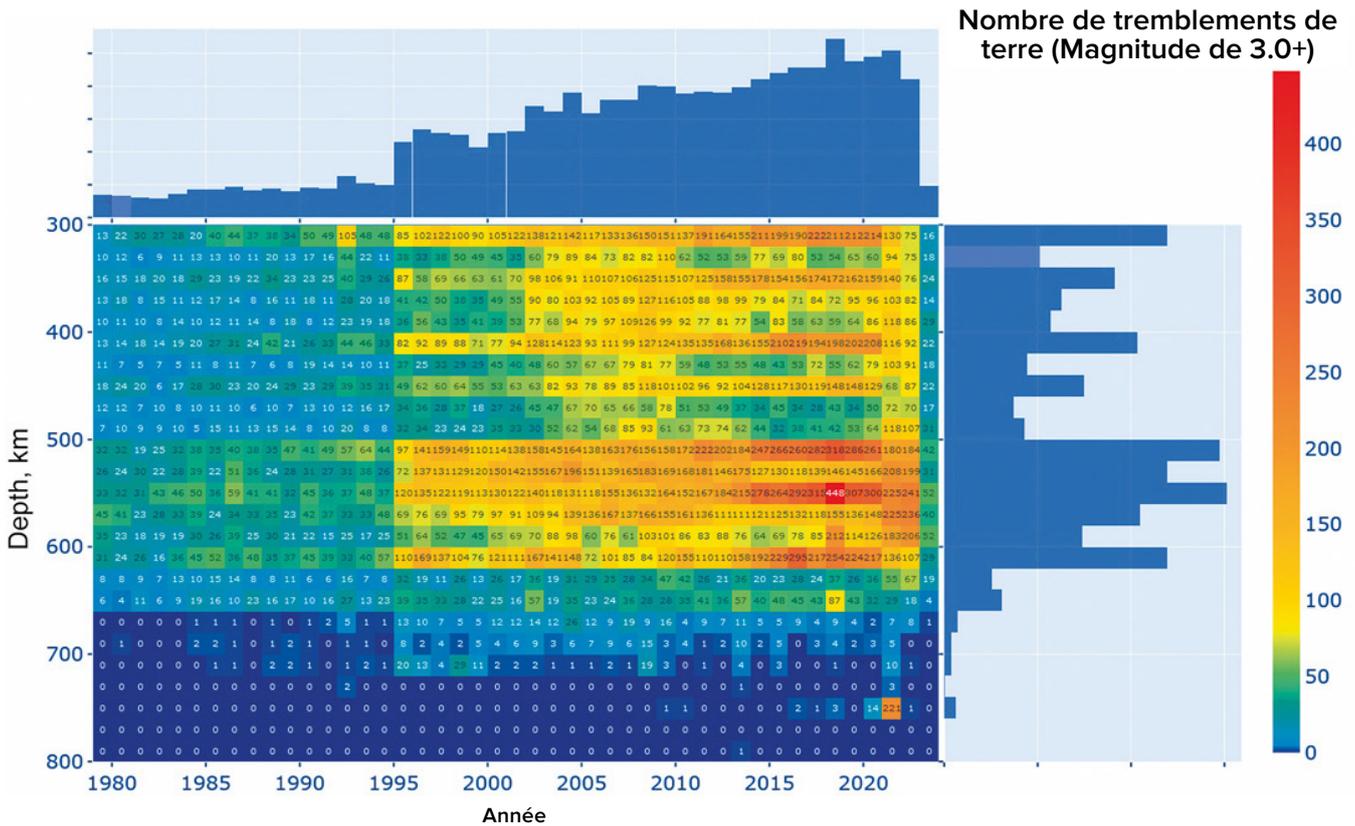


Image 11

Augmentation exponentielle du nombre de séismes à foyer profond d'une magnitude de 1+ dans le monde depuis 1970. Base de données ISC.



**Image 12**

Carte thermique des séismes à foyer profond d'une magnitude de 3.0 et plus. L'échelle verticale représente les profondeurs des hypocentres, tandis que l'échelle horizontale représente les années. Base de données ISC. Une augmentation notable du nombre d'événements peut être observée en 1995. Le plus grand nombre de séismes à foyer profond se produit à des profondeurs comprises entre 500 et 600 km.

Selon le modèle décrit dans ce rapport, les tremblements de terre à foyer profond représentent des explosions équivalentes en puissance à un nombre massif de bombes atomiques explosant simultanément au plus profond du manteau terrestre. La croissance exponentielle du nombre de séismes à foyer profond indique une activité magmatique

extraordinaire de notre planète. L'activité sismique croissante dans le manteau est particulièrement préoccupante, car les séismes à foyer profond déclenchent souvent de puissants séismes au sein de la croûte terrestre<sup>2</sup>.

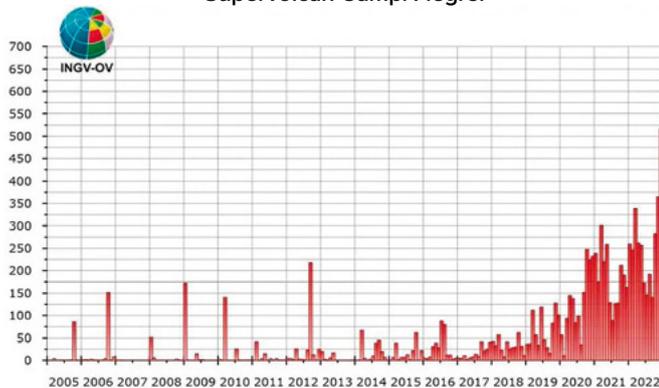
<sup>2</sup> Mihaylova R.S. (2014). Forts tremblements de terre dans le manteau et leur impact dans la zone proche et lointaine. Service géophysique de l'Académie des sciences de Russie. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

Mihaylova R.S, Ulubieva T.R et Petrova N.V (2021). Le tremblement de terre de l'Hindu Kush du 26 octobre 2015, avec Mw=7,5, 10<sup>7</sup> : sismicité précédente et séquence de répliques. Tremblements de terre du Nord de l'Eurasie, 24, 324-339. DOI : 10.35540/1818-6254.2021.24.31

## Activation des volcans

De nombreuses grandes villes sont situées à proximité ou même à l'intérieur de caldeiras volcaniques. Par exemple, Kagoshima au Japon est située dans la caldeira d'Aira. Naples et Pouzzoles se trouvent à proximité de la caldeira des Campi Flegrei en Italie. En outre, l'Allemagne abrite un supervolcan massif appelé Laacher See, qui a commencé à montrer des signes d'activité ces dernières années.

L'activité croissante du magma dans les  
Supervolcan Campi Flegrei

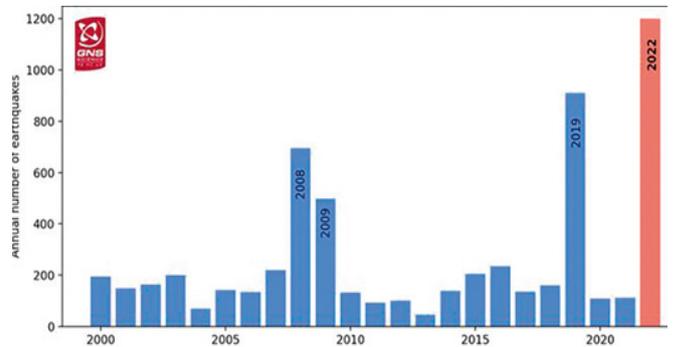


**Image 13**

Tendance de la fréquence des événements sismiques depuis 2005, telle que rapportée dans le Bulletin Campi Flegrei de l'Observatoire du Vésuve INGV pour avril 2023. (Source : <https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/>)

profondeurs terrestres est la principale cause des changements récents. Ceci est confirmé par le nombre croissant de tremblements de terre à proximité de volcans et de supervolcans, tels que Campi Flegrei en Italie (voir Image 13), Taupo en Nouvelle-Zélande (voir Image 14), Yellowstone aux États-Unis (voir Image 15), Mauna Loa à Hawaï (voir Image 16), Trident en Alaska (voir Image 17) et le volcan Sakurajima dans la caldeira du supervolcan Aira au Japon (voir Image 18).

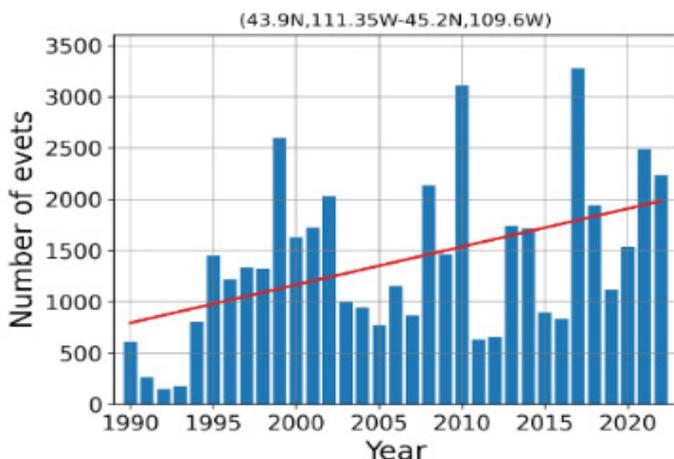
Supervolcan Taupo



**Image 14**

Nombre annuel de tremblements de terre à proximité du supervolcan Taupo. Données du bulletin d'alerte volcanique GeoNet. (Récupéré le 14 février 2024 de l'URL <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG0LYSg/>)

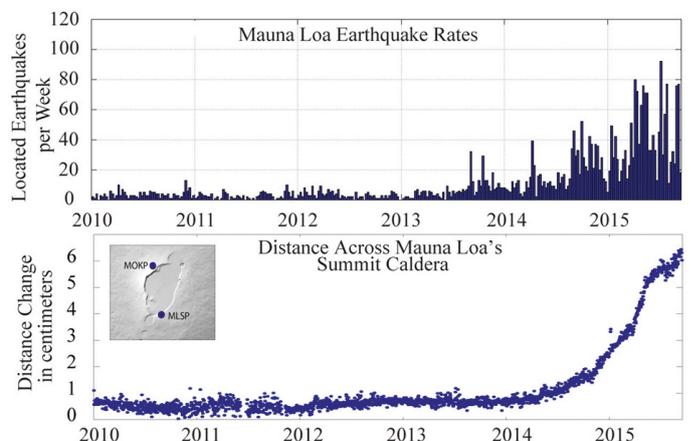
Supervolcan de Yellowstone



**Image 15**

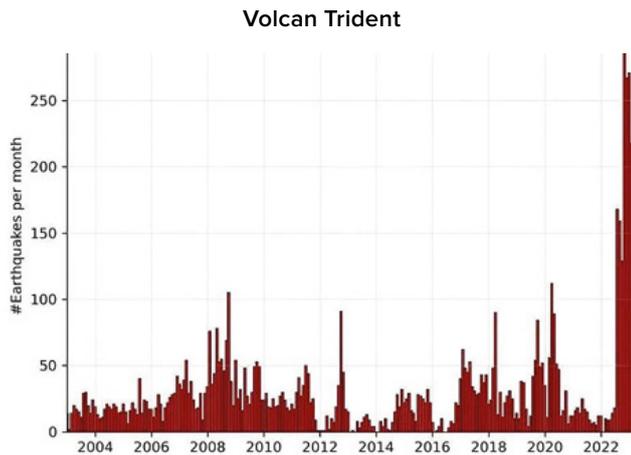
Augmentation du nombre annuel de tremblements de terre dans la zone du supervolcan de Yellowstone. Graphique basé sur les données de l'USGS.

Volcan Mauna Loa

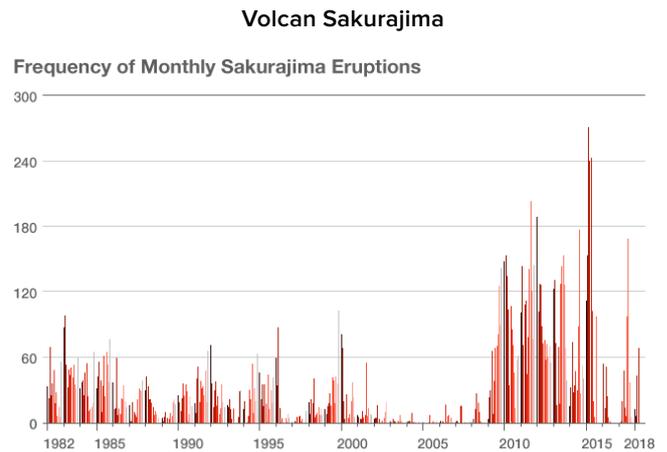


**Image 16**

Données sur les tremblements de terre et les déformations de 2010 à 2016 à proximité du volcan Mauna Loa. Données fournies par l'USGS. (Source : <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016/>)

**Image 17**

Tremblements de terre sous le volcan Trident, en Alaska, du 1er janvier 2003 au 21 février 2023. L'histogramme affiche le nombre de tremblements de terre enregistrés par mois. Source des données : USGS/AVO, Aaron Wech. (Source : <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>)

**Image 18**

Augmentation du nombre d'éruptions indiquant une activité magmatique croissante sur le volcan Sakurajima, au Japon, dans la caldeira du supervolcan Aira. (Source : <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>)

L'activité sismique croissante à proximité des volcans indique l'activation des processus magmatiques, ce qui suggère que les chambres magmatiques volcaniques se remplissent et se préparent probablement à une éventuelle éruption. Compte tenu de l'activité magmatique atypique actuelle dans les profondeurs de notre planète, l'éruption d'un supervolcan pourrait déclencher une réaction en chaîne d'explosions volcaniques, conduisant à une catastrophe mondiale.

Les volcanologues ont également remarqué une autre anomalie : la lave éjectée par les volcans a une composition atypique semblable

au magma des couches profondes du manteau, ce qui est présenté sur l'infographie suivante.

Les cartes montrent des anomalies dans la composition chimique ou dans les propriétés physiques de la lave émise par divers volcans au cours des 10 dernières années. Ces données sont basées sur des recherches menées par des scientifiques de différents pays du monde.



📍 Amérique du Nord

## CALDEIRA DU SUPERVOLCAN DE YELLOWSTONE (ÉTATS-UNIS)

DEPUIS 1995

La fréquence et l'intensité des tremblements de terre ont augmenté depuis 1995.

La profondeur de la plupart des tremblements de terre a diminué, passant de 11 km en 2010 à 5 km en 2022.

En 2018, une synchronisation des geysers s'est produite, lorsque de grands geysers dans toute la caldeira ont commencé à entrer en éruption simultanément, beaucoup plus fréquemment. L'activité des geysers reste toujours élevée à ce jour.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2020943118>

En 2013-2014, le taux d'augmentation a soudainement été multiplié par cinq.

<https://doi.org/10.1029/2019JB018208>

Des zones locales de surchauffe en surface apparaissent depuis 2003.

<https://www.usgs.gov/news/thermal-activity-norris-geyser-basin-provides-opportunity-study-hydrothermal-system>  
<https://doi.org/10.3389/feart.2020.00204>



📍 Amérique du Nord  
**MONT EDGE CUMBE, ALASKA (ÉTATS-UNIS)**

2019-2022

Le volcan, en sommeil depuis 800 ans, présente des taux de soulèvement les plus élevés d'Alaska. C'est anormal, puisque les volcans endormis se réactivent soudainement, surtout à une telle vitesse. Le magma s'élève à environ 10 km d'une profondeur d'environ 20 km et provoque des tremblements de terre et d'importantes déformations de surface.

<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>

📍 Amérique du Sud  
**VOLCAN CHAITEN (CHILI)**

1ER MAI 2008

Le volcan de Chaiten a soudainement craché du magma rhyolite. Les habitants de la ville ont ressenti le tremblement de terre 24 heures avant que des cendres ne tombent sur eux et qu'une puissante éruption ne se produise. Un avertissement aussi court d'une éruption majeure, en particulier de basalte, est unique pour les magmas siliciques. Une remontée rapide implique un temps de transition d'une profondeur de stockage de plus de cinq kilomètres jusqu'à la surface proche en quatre heures environ. Cela suggère la montée rapide du magma à travers le système subvolcanique.

<https://doi.org/10.1038/nature08458>



 Afrique

## UN VOLCAN SOUS-MARIN PRÈS DE L'ÎLE DE MAYOTTE (FRANCE)

**2019**

La naissance d'un nouveau volcan au large de Mayotte près de l'île de la Réunion dans la région de Madagascar. Au cours d'une année, le magma a parcouru une distance de 80 km du manteau à la surface de la terre à travers toute la croûte terrestre, et un nouveau volcan sous-marin s'est formé. Ce rythme de formation de volcans est d'une rapidité sans précédent. En 2019, il s'agissait de la plus grande éruption sous-marine active jamais enregistrée.

<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>

 Antarctique

## VOLCAN SOUS-MARIN ORCA DANS LE DÉTROIT DE BRANSFIELD

**AOÛT 2020 - FÉVRIER 2021**

Environ 85 000 tremblements de terre provoqués par une intrusion de magma se sont produits dans la zone du volcan sous-marin Orca, auparavant inactif. Le magma a brûlé 10 km de la croûte terrestre en six mois, ce qui constitue un record de vitesse et d'intensité de développement.

<https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>

 Afrique

## VOLCAN NYIRAGONGO (CONGO-RWANDA)

**2021**

Une éruption sans signes précurseurs provoquée par une rupture de la structure du volcan Nyiragongo. L'éruption était de nature anormale, car elle s'est propagée de haut en bas et a provoqué l'intrusion d'une vaste digue de 25 kilomètres.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05047-8>

 Antarctique

## VOLCAN DE L'ÎLE DE LA DÉCEPTION

**2015**

Essaims sismiques provoqués par des intrusions de magma profondes, durables et à grande échelle. Le plus d'activité jamais enregistré.

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107376>

 Asie

## **VOLCAN CHANGBAISHAN (CORÉE DU NORD - CHINE)**

**2002-2005**

Un puissant séisme à foyer profond près du volcan, à une profondeur de 566 km, d'une magnitude de 7.2, a provoqué trois années de troubles sismiques. D'intenses essaims de tremblements de terre ont été provoqués par l'intrusion d'une nouvelle activité de magma et de phase gazeuse provenant du manteau.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.599329>

 Asie

## **VOLCAN RAIKOKE, GRANDE CRÊTE DES KOURILES (RUSSIE)**

**21-25 JUIN 2019**

L'éruption a été l'une des plus importantes des îles Kouriles au 21e siècle. L'éruption était caractérisée par une anomalie : les magmas qui alimentaient le volcan Raikoke provenaient du manteau, c'est-à-dire que les magmas ont une source profonde. L'éruption a été explosive tout au long de son existence et a provoqué des chutes de cendres et des coulées d'une densité pyroclastique. Cette dernière a entraîné une augmentation de la superficie de l'île de 0,7 km<sup>2</sup>.

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

 Asie

## **VOLCAN DU MONT MERAPI (INDONÉSIE)**

**2010**

L'éruption avec un indice d'explosivité volcanique (VEI) 4 a été la pire catastrophe volcanique du Mont Merapi depuis 80 ans. L'éruption a été provoquée par un afflux plus important que d'habitude de magma profond et riche en volatilité qui a fait irruption dans un laps de temps relativement court. Pendant et après l'éruption, les lahars ont englouti presque toutes les principales vallées, causant bien plus de dégâts que les éruptions précédentes.

[https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1_12)

Australie, Nouvelle-Zélande et Océanie

## CALDEIRA DU SUPERVOLCAN TAUPO (NOUVELLE-ZÉLANDE)

2003-2011

Une élévation du niveau du sol a été observée, en corrélation avec une activité sismique intense dans la région. La naissance d'une nouvelle chambre magmatique.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1600288>

2019

Une série de tremblements de terre est provoquée par l'intrusion de magma à une profondeur de 8 km dans la caldeira de Taupo.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.606992>

2022

Augmentation de l'activité sismique et volcanique.

<https://www.geonet.org.nz/news/LuzOzD-mQcQUUmdeiL67oX>

Australie, Nouvelle-Zélande et Océanie

## VOLCAN KILAUEA, HAWAÏ (ÉTATS-UNIS)

2018

La plus grande éruption de la zone inférieure du Rift Est et l'effondrement de la caldeira pour la première fois depuis au moins 200 ans.

<https://doi.org/10.1126/science.aav7046>



Australie, Nouvelle-Zélande et Océanie

## VOLCAN HUNGA TONGA-HUNGA HA'APAI (ROYAUME DES TONGA)

15 JANVIER 2022

Un record de l'éruption volcanique la plus puissante jamais enregistrée. Le panache de cette éruption explosive s'est élevé à 58 kilomètres à son point culminant, traversant la mésosphère. L'éruption a également produit le plus grand nombre de coups de foudre enregistrés pour tout type d'événement naturel. Une lave de cette composition n'avait jamais été enregistrée lors des précédentes éruptions des Tonga en 2009 et 2014.



Lors des éruptions précédentes, le magma était piégé dans une chambre intermédiaire, mais cette fois, le magma frais montait rapidement sans perdre de temps en

<https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

<https://www.xweather.com/annual-lightning-report>

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adh3156>



📍 Europe

## VOLCAN FAGRADALSFJALL (ISLANDE)

2021

Le taux de modification des paramètres chimiques clés de la lave du volcan était plus de mille fois plus élevé que lors d'autres éruptions. La gamme globale des compositions chimiques de cet événement unique est similaire à toutes les éruptions du sud-ouest de l'Islande au cours des 10000 dernières années. De plus, le stade d'effusion des magmas profonds correspond à la période de l'éruption, lorsqu'une fontaine de lave s'élevait jusqu'à 400 mètres de haut. L'analyse géochimique des basaltes entrés en éruption au cours des 50 premiers jours de l'éruption, combinée aux émissions de gaz associées, montre une origine directe d'une zone de stockage de magma dans le manteau supérieur. Le système volcanique Fagradalsfjall, sur la péninsule de Reykjanes, est entré en éruption à trois reprises depuis 2021 après plus de 800 ans d'inactivité.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x>



📍 Europe

## VOLCAN BORGARHRAUN (ISLANDE)

2014

Une montée de magma d'une rapidité sans précédent sur un volcan qui était auparavant en sommeil depuis mille ans. Il n'a fallu que 10 jours au magma pour remonter du réservoir d'une profondeur de 24 km jusqu'à la surface.

<https://doi.org/10.1038/s41561-019-0376-9>

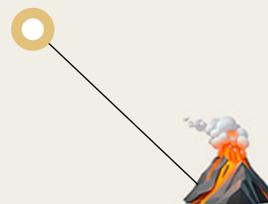
📍 Europe

## VOLCAN CUMBRE VIEJA (ESPAGNE)

2021

Après la première explosion, en quelques heures, du magma mobile et actif a commencé à apparaître. La lave était superfluide, la plus fluide des éruptions basaltiques historiques connues. Le volcan est alimenté par la fonte du panache du manteau, c'est-à-dire qu'il vient du manteau profond. Peut-être que le magma provient des couches profondes de la Terre, du noyau à travers des zones à faibles vitesses. La lave qui s'est déversée à la surface lors de l'éruption de septembre 2021 est donc superfluide et mobile.

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-21818-9>



📍 Europe

## **SUPERVOLCAN LAACHER SEE (ALLEMAGNE)**

**2013-2018**

L'apparition d'une activité sismique à des profondeurs de 10 à 40 km dans la région de la caldeira d'un supervolcan entré en éruption il y a 12,9 mille ans, ainsi que des émissions continues de gaz volcanique autour de la caldeira, indiquent un système magmatique actif, éventuellement associé à une zone de fonte du manteau supérieur.

<https://doi.org/10.1093/gji/ggy532>



📍 Europe

## **CALDEIRA DU SUPERVOLCAN CAMPI FLEGREI (ITALIE)**

**2004-2024**

La pression du gaz commence à soulever le sol, ce qui indique l'activation du volcan. Le bradyséisme continue à ce jour.

**2016-2024**

Une augmentation exponentielle du nombre de tremblements de terre volcano-tectoniques et une synchronisation de tous les précurseurs d'éruption.

<https://doi.org/10.1038/s43247-023-00842-1>

📍 Europe

## **VOLCAN ETNA (ITALIE)**

**DÉCEMBRE 2020 - FÉVRIER 2022**

Les éruptions de 2020 à 2022 ont été alimentées par la montée de magma la plus intense de toutes les éruptions de la dernière décennie. Cette période a été caractérisée par des éruptions plus fréquentes. Une migration rapide du magma basaltique depuis les niveaux les plus profonds en un temps record a été découverte.

<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104563>

📍 Europe

## **VOLCAN SOUS-MARIN COLUMBO (GRÈCE)**

**2006-2007**

La montée fréquente de la source principale à partir de niveaux plus profonds entraîne un échauffement et la formation d'une nouvelle chambre magmatique. L'enregistrement de l'activité sismique à différentes périodes indique un remplissage continu du réservoir avec du magma provenant de sources plus profondes.

<https://doi.org/10.1029/2022GC010420>

<https://doi.org/10.1029/2022GC010475>

Au cours de la dernière décennie, il y a eu une accélération de la montée du magma depuis les profondeurs de la croûte terrestre dans de nombreuses régions volcaniques, comme l'Islande, l'Italie, l'île de Mayotte dans l'océan Indien, l'île de La Palma (îles Canaries) et d'autres. Cela indique une augmentation de l'activité volcanique à l'échelle mondiale.

Les volcanologues sont très préoccupés par l'augmentation rapide de la vitesse à laquelle le magma monte des profondeurs de la Terre. Un processus qui prenait autrefois des centaines, voire des milliers d'années, se déroule désormais en six mois à peine dans certaines régions. Cette accélération spectaculaire a été observée dans le détroit de Bransfield en

2021, où la remontée du magma depuis une profondeur de 10 km s'est accompagnée de 85 000 tremblements de terre<sup>3</sup>. L'épaisseur de la croûte dans cette zone est d'environ 15 km, et la localisation sismique indique que 10 km de la croûte avaient déjà été érodés par le magma actif, ne laissant que 5 km avant qu'elle ne remonte à la surface.

L'ascension rapide du magma depuis des profondeurs importantes indique l'apparition de processus dangereux et sans précédent au sein de la Terre. L'activation des volcans suggère qu'une grande quantité d'énergie s'est accumulée au plus profond de l'intérieur de la planète, cherchant à éclater vers l'extérieur.

## Intensification des ouragans, des tempêtes et des tornades

En 2023, pour la première fois dans l'histoire, un cyclone tropical de catégorie 5, la plus haute catégorie en termes de force, s'est formé dans chacun des bassins océaniques. Presque tous les ouragans de cette catégorie ont établi des records de force, de durée et d'intensification rapide par rapport aux ouragans des années précédentes<sup>4</sup>.

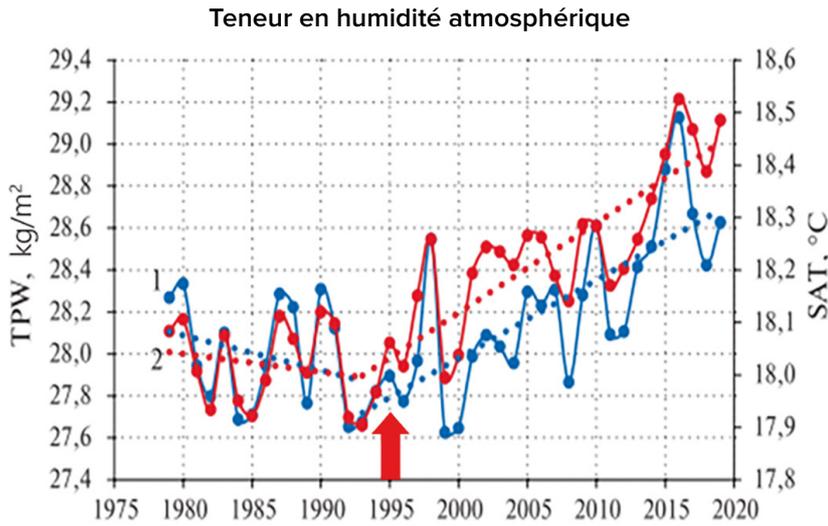
Par exemple, l'ouragan « Otis » est passé d'une tempête tropicale ordinaire à un ouragan de catégorie 5 le plus destructeur en seulement 12 heures. Une telle augmentation désastreuse de la vitesse des vents des ouragans est attribuée au réchauffement anormal de l'océan et au facteur anthropique, qui seront décrits ci-dessous. En raison du réchauffement des océans, davantage d'humidité est rejetée dans l'atmosphère.

Une augmentation significative de la teneur en humidité de l'atmosphère au-dessus de l'océan a été enregistrée depuis 1995 (Image 19). Le graphique montre les changements de l'évaporation océanique et de la température de l'air

au-dessus de l'océan de 1975 à 2020. Depuis 1995, les deux indicateurs ont montré une augmentation constante, signalant le réchauffement de l'océan mondial et de l'atmosphère au-dessus. Toutefois, avant 1995, les deux indicateurs étaient en baisse. Il convient de noter que depuis 1995, d'importants processus géodynamiques ont également été observés à l'intérieur de la Terre, notamment des changements tels que: une multiplication par 3,5 de la vitesse de dérive du pôle magnétique nord, le déplacement de l'axe de rotation de la planète et une augmentation de la vitesse de rotation de la planète, ainsi qu'une augmentation du nombre et de la force des tremblements de terre au fond des océans et des tremblements de terre à foyer profonds (seront décrits plus en détail). Ainsi, l'augmentation de la température et de l'évaporation de l'eau des océans sont liées à la fois au facteur anthropique et à la montée du magma du manteau qui influencent la température et la circulation de l'eau dans l'océan.

<sup>3</sup>Cesca, S., Sagan, M., Rudzinski, L., Vajedian, S., Niemz, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, député, Heimann, S. et Dahm, T. (2022). Essaim de tremblements de terre massif provoqué par une intrusion magmatique dans le détroit de Bransfield, en Antarctique. *Communications Terre et Environnement*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>

<sup>4</sup>Mersereau, D. (9 septembre 2023). The Weather Network, Première mondiale, chaque océan tropical a connu une tempête de catégorie 5 en 2023. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>



**Image 19**

La variation interannuelle de la teneur en humidité atmosphérique (1) en kg/m<sup>2</sup> et de la température de l'air (2) en °C au-dessus de l'océan mondial de 1979 à 2019.

(Source : Malinin V. N. & Vaynovsky P. A. (2021). Tendances des composants d'échange d'humidité dans le système océan-atmosphère dans des conditions de réchauffement climatique, Réanalyse-2. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. Т. 18. – 2021, N°3. – С. 9–25. [Problèmes actuels de télédétection de la Terre depuis espace] DOI : 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25)

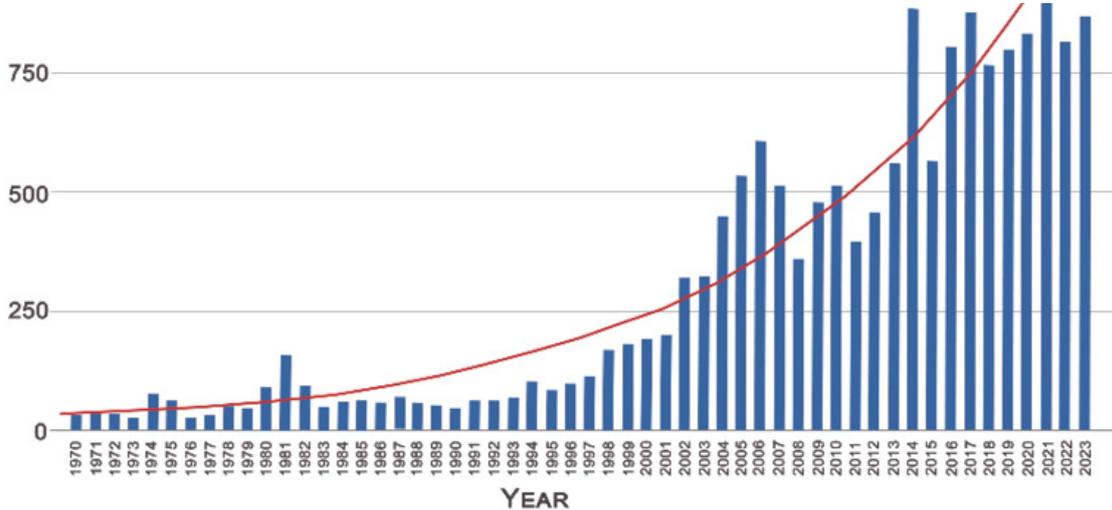
[http://d33.infospace.ru/jr\\_d33/2021v18n3/9-25.pdf](http://d33.infospace.ru/jr_d33/2021v18n3/9-25.pdf)

L'augmentation de l'humidité de l'air due à l'évaporation des océans entraîne une intensification des événements hydrométéorologiques, tels que les ouragans tropicaux, les tempêtes, les tornades, les températures anormales, les précipitations et les inondations.

En Europe, on observe une tendance à la hausse du nombre de tornades entre 1970 et 2023, comme le montre l'image 20, qui s'appuie sur les données de la base de données

européenne sur les conditions météorologiques extrêmes (ESWD). Le nombre de tornades a considérablement augmenté : d'environ 45 tornades par an dans les années 1970 à plus de 800 par an de 2014 à 2023. Cela signifie que le nombre moyen de tornades par an en Europe a été multiplié par 18. Des tornades et des ouragans se produisent désormais dans des régions où ils ne se sont jamais produits auparavant, entraînant d'importantes pertes économiques.

**Augmentation du nombre de tornades en Europe**



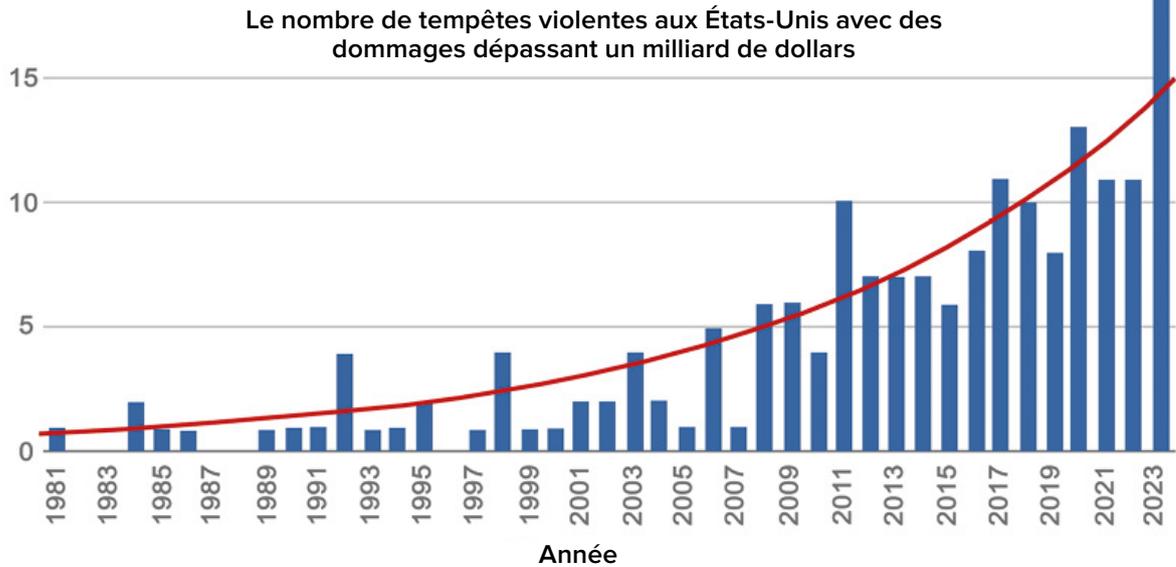
**Image 20**

Le graphique illustrant le nombre annuel de tornades en Europe. Source des données : Base de données européenne sur les conditions météorologiques extrêmes (ESWD)

Au cours de la dernière décennie, les tempêtes convectives accompagnées de tornades, de grêle, de fortes pluies et d'orages sont devenues un phénomène prédominant et ont causé des dégâts importants en Amérique du Nord et en Australie.

Une analyse des données de la NOAA, présentée dans l'image 21, montre une

croissance exponentielle du nombre de tempêtes valant des milliards de dollars aux États-Unis de 1981 à 2023. De 1981 à 1990, il y a eu un maximum de 2 tempêtes de ce type par an. Cependant, une forte augmentation est observée ces dernières années, avec 19 tempêtes de ce type se produisant rien qu'en 2023.

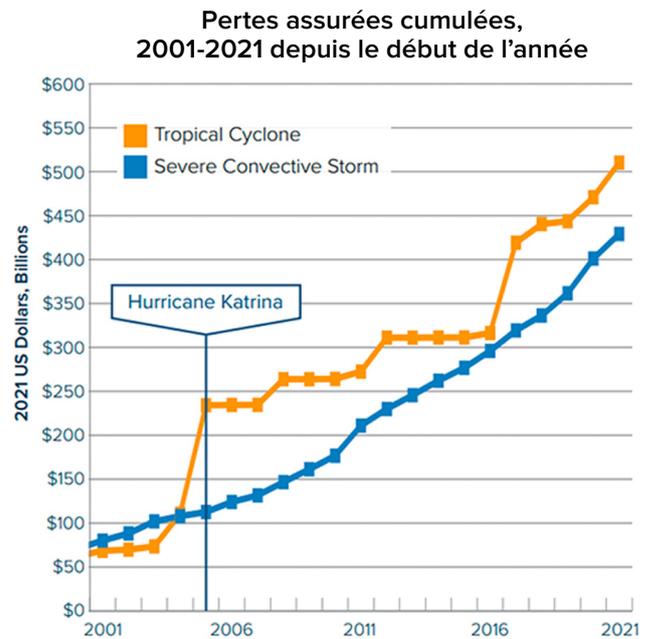


**Image 21**

Le graphique illustrant le nombre de violentes tempêtes causant des dégâts dépassant le milliard de dollars aux États-Unis. Source des données : NOAA (Centres nationaux d'information sur l'environnement NOAA)

Les dégâts causés par les tempêtes convectives sont devenus comparables à ceux des ouragans tropicaux (Image 22). La principale tendance visible sur le graphique est l'augmentation des pertes d'assurance pour les deux catégories. Cela indique que le coût de ces catastrophes continue d'augmenter.

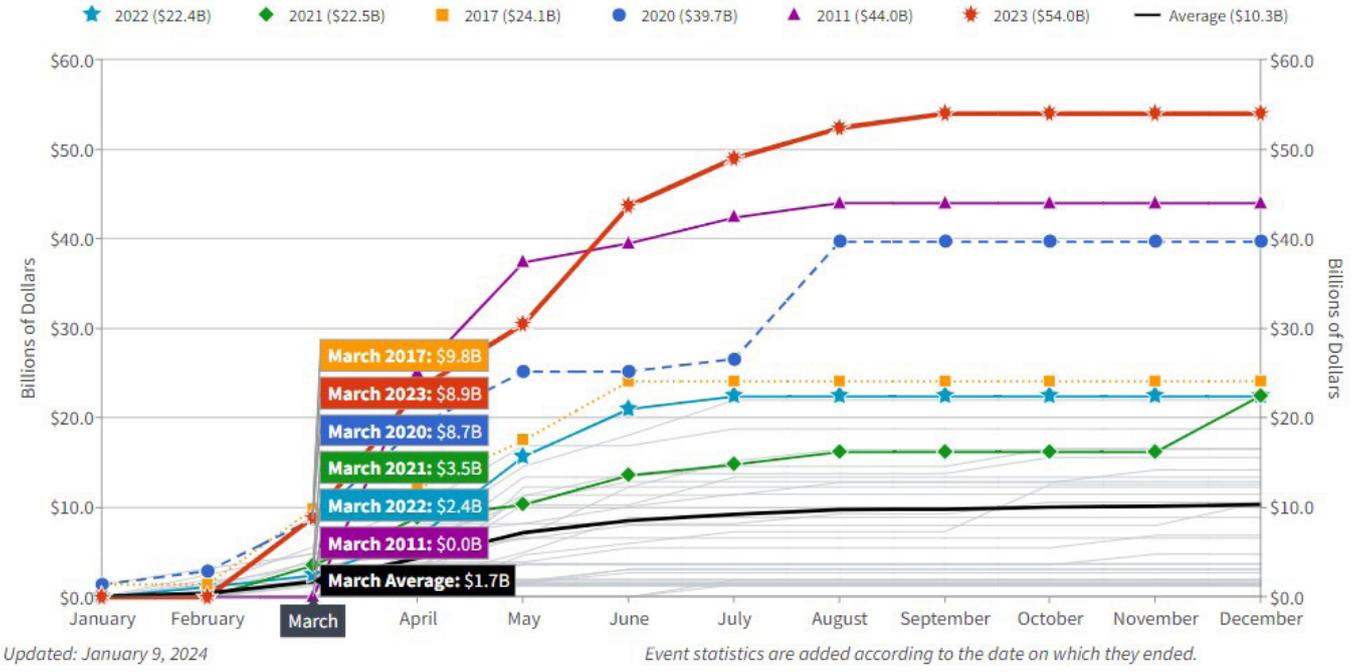
Selon l'Administration Nationale des Océans et de l'Atmosphère aux États Unis (NOAA), sur une période de 10 ans à partir de 1990, les tempêtes convectives ont causé environ 40 milliards de dollars de dégâts aux États-Unis. Cependant, au cours de la dernière décennie, les pertes totales ont été multipliées par six, dépassant 240 milliards de dollars (Image 23), et rien qu'en 2023, les pertes liées aux tempêtes ont établi un nouveau record, s'élevant à 54 milliards de dollars.



**Image 22**

La dynamique des pertes dues aux tempêtes convectives et aux ouragans tropicaux aux États-Unis de 2001 à 2021. Le graphique affiche deux lignes : la ligne orange représente les ouragans tropicaux et la ligne bleue représente les fortes tempêtes convectives. Source des données : Aon (Catastrophe Insight)

**Le dommage causé par des catastrophes naturelles supérieur à un milliard de dollars aux États-Unis, de 1980 à 2023, avec un total cumulé (ajusté en fonction de l'IPC)**



**Image 23**

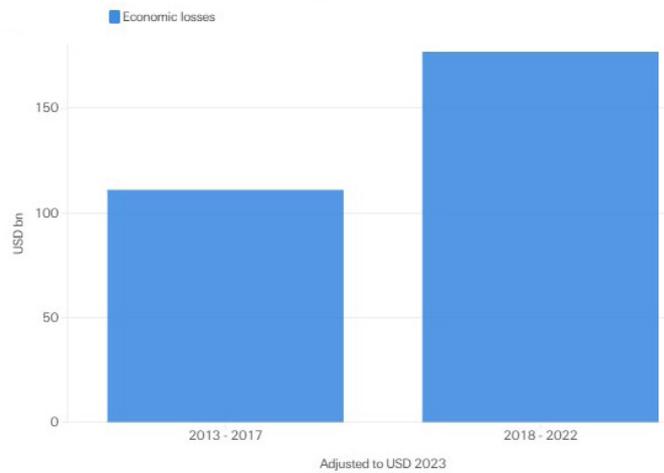
L'augmentation des pertes dues aux violentes tempêtes dépassant un milliard de dollars aux États-Unis. Source : Administration nationale océanique et atmosphérique (NOAA) Centres nationaux d'information environnementale de la NOAA (NCEI) Catastrophes météorologiques et climatiques d'un milliard de dollars américains. (2024). (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73

Le graphique affiche des lignes de différentes couleurs, chacune représentant une année spécifique. L'année 2023, indiquée par la ligne rouge, a connu les dégâts les plus importants dus aux violentes tempêtes, dépassant les 50 milliards de dollars. Le graphique couvre la période de 1980 à 2023 et est ajusté en fonction de l'inflation (IPC). Le graphique a été mis à jour pour la dernière fois le 9 janvier 2024.

Selon le rapport d'AON5 sur les catastrophes climatiques, les pertes économiques les plus importantes en Europe au cours des dix dernières années ont été causées par de violentes tempêtes convectives. Ces tempêtes se sont révélées plus destructrices que les tempêtes hivernales, traditionnellement considérées comme la principale menace pour la région.

Selon les recherches de l'Institut Swiss Re<sup>6</sup>, les fortes tempêtes de convection sont récemment devenues la plus grande source de pertes économiques parmi les aléas secondaires (événements à haute fréquence avec des dégâts allant de faible à moyenne gravité, tels que les tempêtes de grêle, les crues soudaines, les tornades, les glissements de terrain, les sécheresses et incendies de forêt). De 2018 à 2022, les pertes économiques mondiales dues aux fortes tempêtes convectives se sont élevées à 177 milliards de dollars américains, soit une augmentation de 60 % par rapport aux cinq années précédentes (Image 24). Cela indique une fréquence et un impact croissants de ces catastrophes.

**Les pertes économiques mondiales dues aux tempêtes convectives sur deux périodes de 5 ans : 2013-2017 et 2018-2022**



**Image 24**

La comparaison des pertes économiques mondiales dues aux tempêtes convectives sur deux périodes de cinq ans : 2013-2017 et 2018-2022. Source : les données du Swiss Re Institute

<sup>5</sup>Weather, Climate and Catastrophe Insight. (2023). (Source: <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25cea768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42)

<sup>6</sup>Swiss Re Institute. Natural catastrophes in focus: Tornadoes, hail and thunderstorms. (Source: <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornadoes-hail-thunderstorms.html>)

## L'augmentation du nombre d'inondations et des sécheresses

Il y a également eu une augmentation significative du nombre d'inondations graves dans le monde (Image 25). Les inondations graves sont définies comme celles qui causent des dommages importants aux personnes et aux infrastructures. Alors que dans les années 1970, il n'y avait eu que 260 inondations graves sur

une période de 10 ans, le nombre d'inondations entre 2014 et 2023 est passé à 1 500, soit 6 fois plus d'inondations. Les données indiquent que la fréquence et l'intensité des précipitations extrêmes augmentent, ce qui constitue l'une des principales causes d'inondations.

Nombre total d'inondations à grande échelle dans le monde

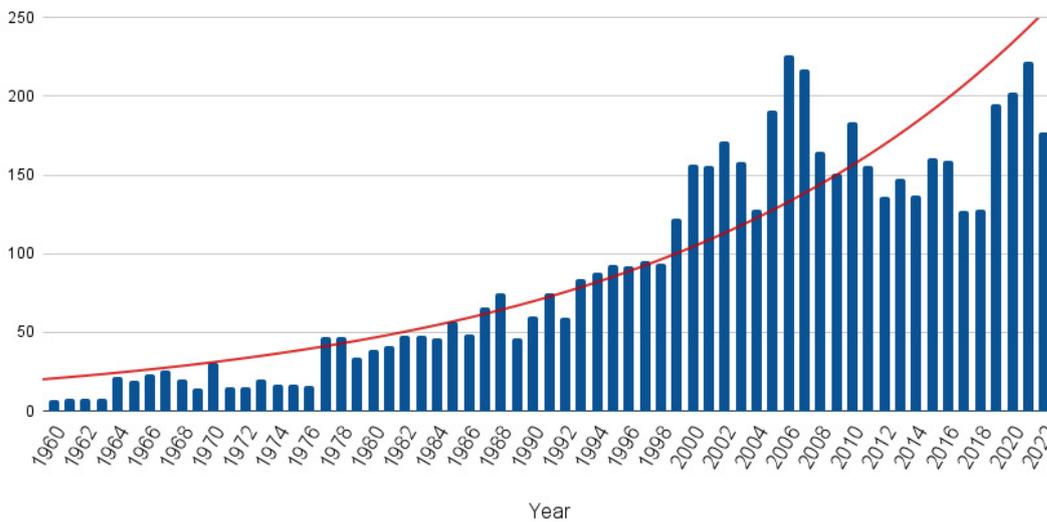


Image 25

Nombre d'inondations à grande échelle dans le monde de 1960 à 2022. Source des données : Base de données internationale sur les catastrophes naturelles (EM-DAT)

Par ailleurs, le nombre de territoires victimes d'inondations a considérablement augmenté (Image 26). Alors qu'environ 20 pays étaient touchés chaque année par des inondations dans les années 1970, la situation a radicalement changé depuis les années 2000, avec plus de 80 pays confrontés aux conséquences des inondations chaque année, soit une multiplication par quatre.

Le nombre total de pays touchés par des inondations

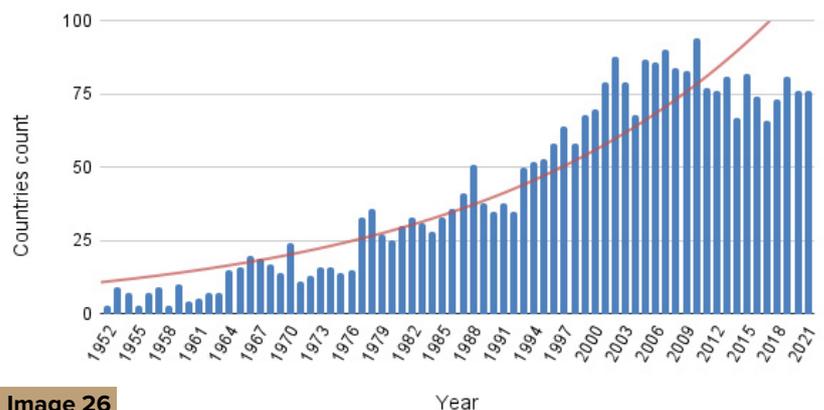


Image 26

Nombre de pays touchés par des inondations depuis 1970. Source des données : Base de données internationale sur les catastrophes naturelles (EM-DAT)

La fréquence des précipitations anormales et des averses record augmente également dans le monde entier. Selon la base de données européenne sur les conditions météorologiques extrêmes (ESWD), il y a eu 661 cas de précipitations anormales en

Europe entre 2000 et 2004, et 29 031 entre 2019 et 2023 (Image 27). Cela signifie que les précipitations anormales sont devenues 44 fois plus fréquentes. Les précipitations anormales sont un événement qui dépasse la norme en intensité, en durée ou en fréquence.

Les événements de précipitations anormales en Europe

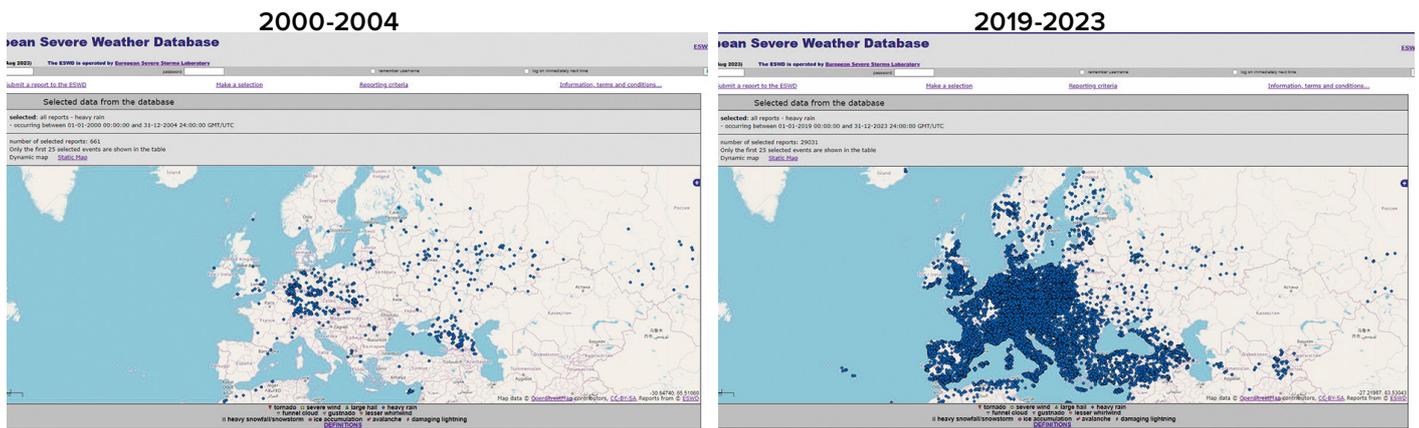


Image 27

Événements de précipitations anormales en Europe : a) 2000-2004, b) 2019-2023.  
 Source des données : Base de données européenne sur les conditions météorologiques extrêmes (ESWD)  
 La carte montre la répartition des précipitations anormales en Europe sur deux périodes quinquennales : 2000-2004 et 2019-2023. Sur la carte de l'Europe, des points bleus marquent les lieux où ces événements se sont produits. Plus il y a de points dans une région, plus il y a de précipitations anormales qui s'y produisent.

Le nombre de sécheresses augmente également à des niveaux records. Selon l'ONU<sup>7</sup>, le nombre de sécheresses dans le monde a augmenté de 29 % au cours des 20 dernières années. Le rapport de l'ONU indique qu'en 2022 et 2023, 1,84 milliard de personnes dans le monde, soit près d'un quart de la population mondiale, vivaient dans des conditions de sécheresse. Un nombre record de 258 millions de personnes sont déjà confrontées à une

« famine grave » en raison de la sécheresse, et certaines d'entre elles sont à la limite de mourir de faim.

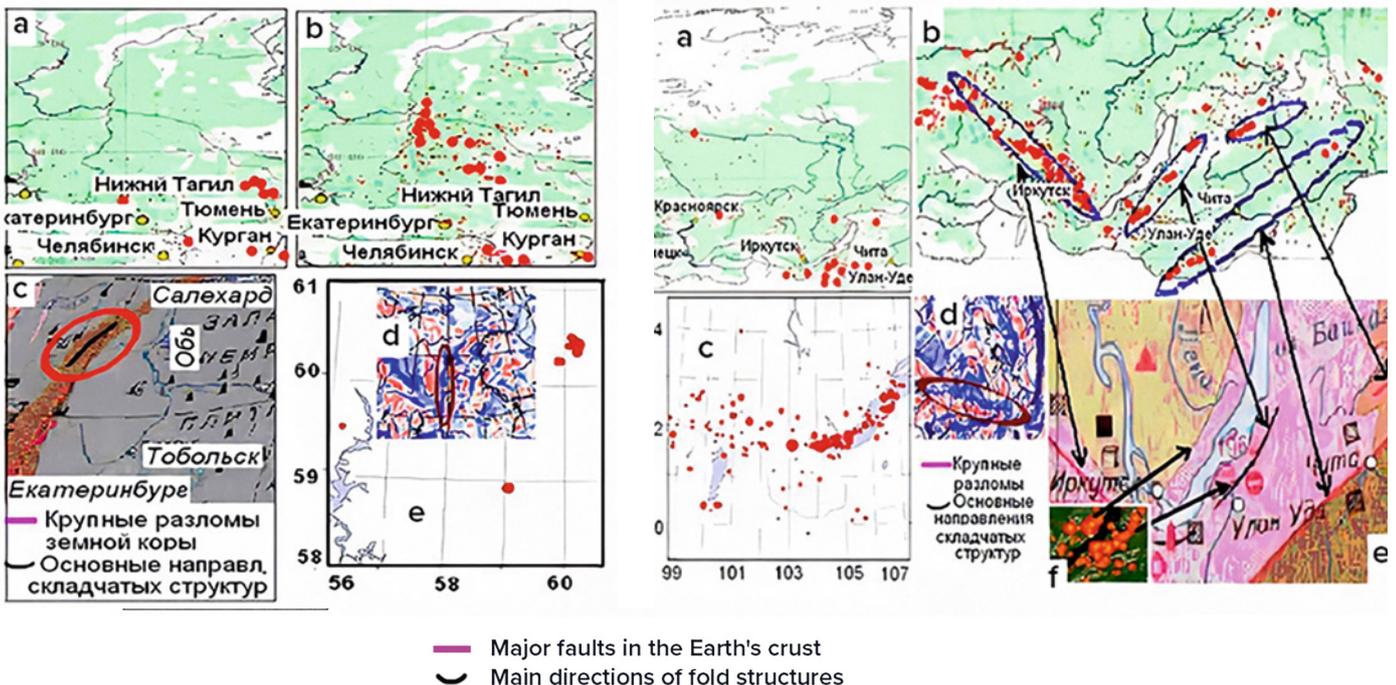
En 2023, de nombreux pays ont connu des sécheresses catastrophiques qui ont entraîné d'énormes pertes économiques.

<sup>7</sup>Données de l'ONU <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>

## L'augmentation du nombre d'incendies de forêt

Dernièrement, il est devenu de plus en plus difficile d'éteindre les incendies naturels même avec des équipements modernes. Selon le scientifique Petr Vladimirovich Lyushvin<sup>8</sup>, ces incendies se produisent dans les zones de failles de la croûte terrestre, où l'hydrogène, le méthane

et d'autres gaz inflammables s'échappent des profondeurs (voir Images 28-29). De ce fait, ces incendies sont extrêmement difficiles à éteindre. Des villages et des villes entières brûlent. Des incendies éclatent même dans la région nord, couverte de neige.



**Image 28**

Coïncidence des emplacements des incendies de forêt, des tremblements de terre, des failles crustales et des anomalies magnétiques dans la région de l'Oural.

- (a) - Les incendies de forêt survenus pendant l'été 2009 ;
- (b) - Les incendies de forêt survenus pendant l'été 2010 ;
- (c) - Les failles majeures de la croûte terrestre et les principales directions des structures plissées ;
- (d) - Épicentres des tremblements de terre de 1995 à 2013 ;
- (e) - Anomalies du champ magnétique (les nuances bleues indiquent des écarts positifs, les nuances rouges indiquent des écarts négatifs).

Source : <https://regnum.ru/article/2395754>

**Image 29**

Coïncidence des emplacements des incendies de forêt, des tremblements de terre, des failles crustales et des anomalies magnétiques dans le sud de la Sibirie.

- (a) - Les incendies de forêt survenus à l'été 2009 ;
- (b) - Les incendies de forêt survenus à l'été 2010 ;
- (c) - Épicentres des séismes de 1991 à 2017 ;
- (d) - Anomalies du champ magnétique (les nuances bleues indiquent des écarts positifs, les nuances rouges indiquent des écarts négatifs) ;
- (e) - Les failles majeures et les directions principales des structures plissées ;
- (f) - Feux de forêt dans la région du Baïkal, flèches indiquant la localisation des incendies à proximité des failles de la croûte terrestre.

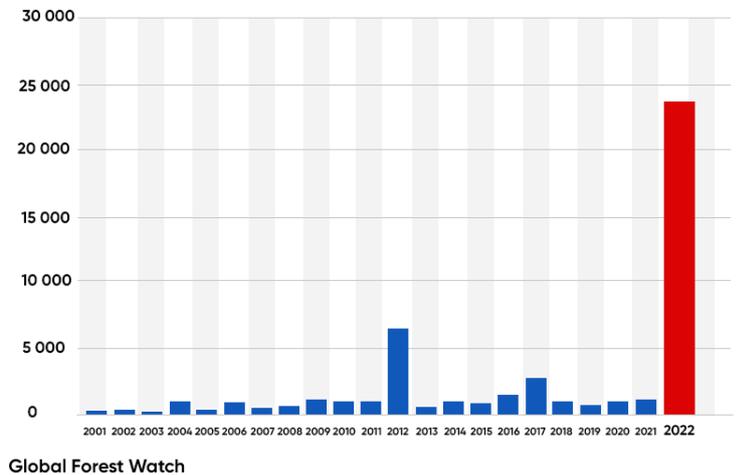
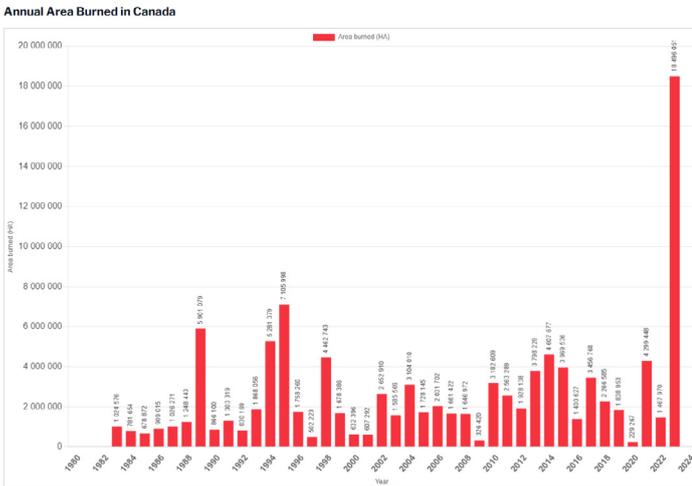
Source : <https://regnum.ru/article/2395754>

<sup>8</sup>Référence : Lushvin, P. (2018). Feux naturels de Plaine et comment les minimiser. Présentation à la 26e réunion du Séminaire-Conférence interdisciplinaire panrusse des facultés de géologie et de géographie de l'Université d'État de Moscou « Le système de la planète Terre », du 30 janvier au 2 février 2018.

Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). Développement de la couverture de glace dans les zones d'eau pendant le méthane. Revue internationale des géosciences, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>

Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). Historique des Observations des Phénomènes Sismogènes dans l'Atmosphère et Formalisation de leur Décryptage. Journal International des Sciences Atmosphériques et Océaniques, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>

La superficie touchée par des incendies de forêt extrêmes a fortement augmenté dans divers pays. Au cours des trois dernières années, on a assisté à une croissance sans précédent des zones touchées par les incendies de forêt au Canada, en Australie, en Espagne, aux États-Unis et en Europe (voir Images 30 à 34).

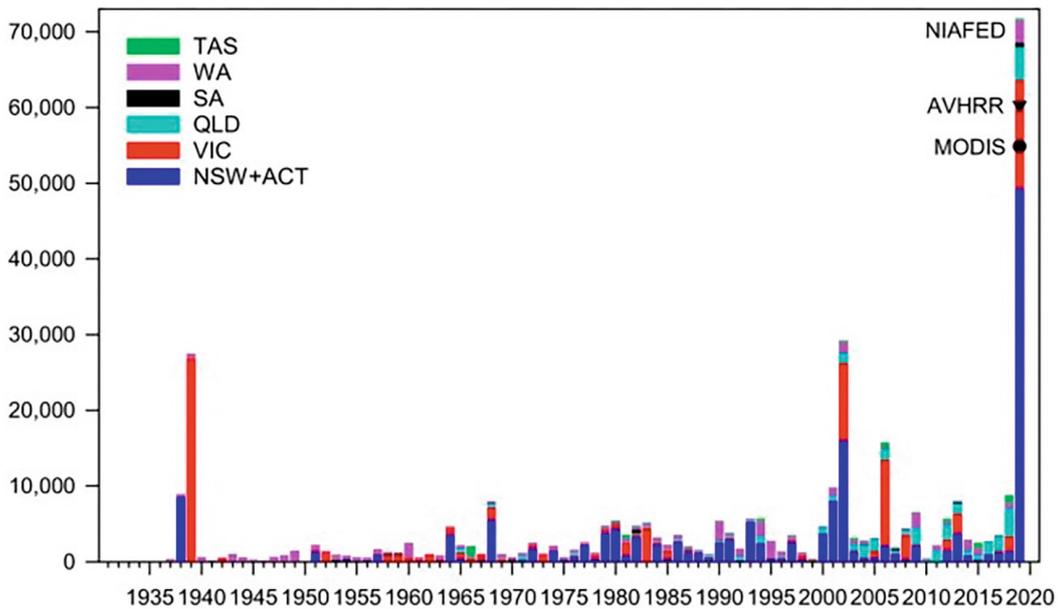


**Image 30**

Superficie annuelle brûlée au Canada.  
Source : Centre Inter agences des Feux de Forêt Canadiens (CIFFC)

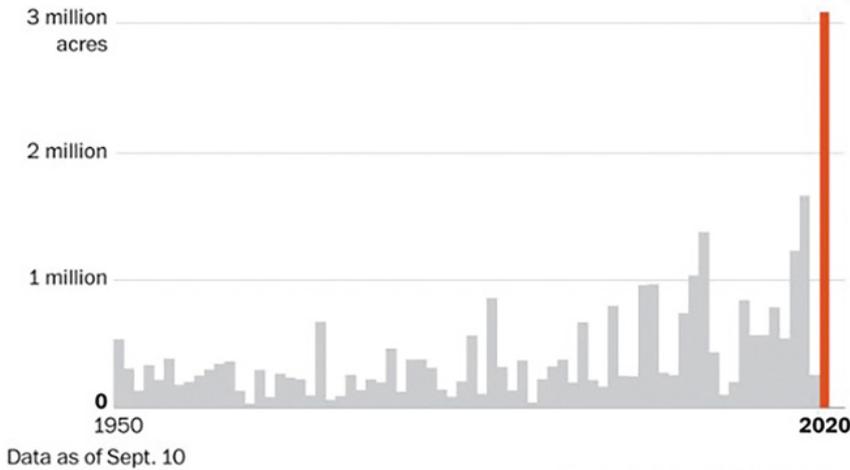
**Image 31**

Perte de la couverture forestière due aux incendies de forêt en Espagne de 2001 à 2022.  
Source : Observation mondiale des forêts (Global Forest Watch)



**Image 32**

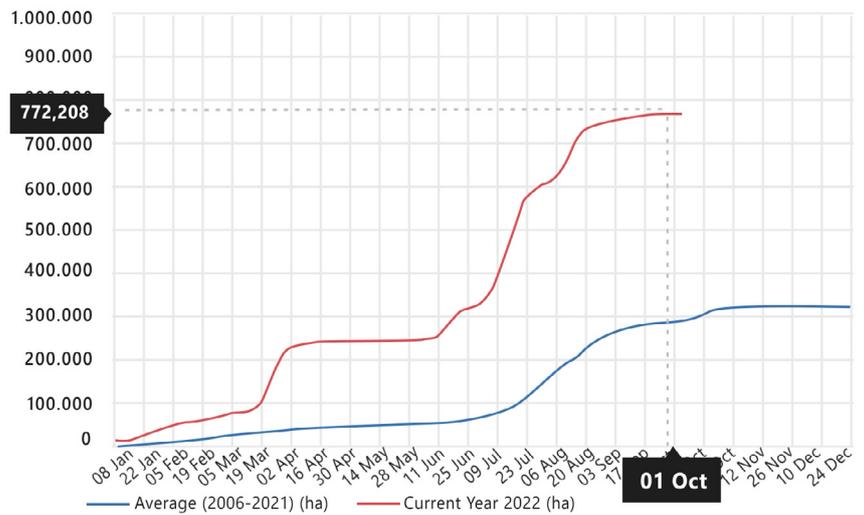
Superficie des écosystèmes forestiers brûlés en raison des incendies de forêt en Nouvelle-Galles du Sud et dans le Territoire de la capitale australienne (bleu foncé), Victoria (rouge), Queensland (bleu clair), Australie du Sud (noir), Australie occidentale (violet) et Tasmanie (vert) pour les années sujettes aux incendies de 1930 à 2019.  
Source : Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. et Haverd, V. (2021). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. Nature Communications, 12, 6921 [Augmentation sur plusieurs décennies de la superficie forestière brûlée en Australie est liée au changement climatique.] Nature Communications, 12, 6921 (2021). DOI : 10.1038/s41467-021-27225-4.



**Image 33**

Nombre total d’acres brûlées par les incendies en Californie. En 2020, l’État a établi un record avec plus de 3,1 millions d’hectares brûlés.  
 Source : Département des forêts et de la protection contre les incendies de Californie (CAL FIRE)

**Image 34**  
 Superficie cumulée détruite en Europe par les incendies de forêt en 2022 (rouge) et moyenne annuelle brûlée entre 2006 et 2021 (bleu).  
 Source : Système européen d’information sur les incendies de forêt (European Forest Fire Information System)



Un autre facteur important contribuant à la propagation des incendies sont les sécheresses causées par l’écoulement de l’eau à travers des fissures et des failles, qui se produisent partout en raison de la déformation de la croûte terrestre provoquée par l’augmentation de l’activité sismique ainsi que par la modification des diamètres équatoriaux et polaires de la planète. Selon les observations satellitaires et les modèles climatiques et hydrologiques, au cours

des trois dernières décennies, le volume d’eau a diminué dans plus de 50 % dans les grands lacs et réservoirs naturels<sup>9</sup>. Ce phénomène est particulièrement paradoxal compte tenu de l’augmentation désastreuse du nombre d’inondations graves, si l’on ne prend pas en compte les modifications hydrodynamiques des parties supérieures de la croûte terrestre provoquées par l’intensification de l’activité tectonique des entrailles.

<sup>9</sup> Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétaux, Wada, Y. et Berge-Nguyen, M. (2023). Les satellites révèlent un déclin généralisé du stockage mondial de l’eau des lacs. Sciences, 380(6646), 743-749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>

## Le réchauffement des océans mondiaux

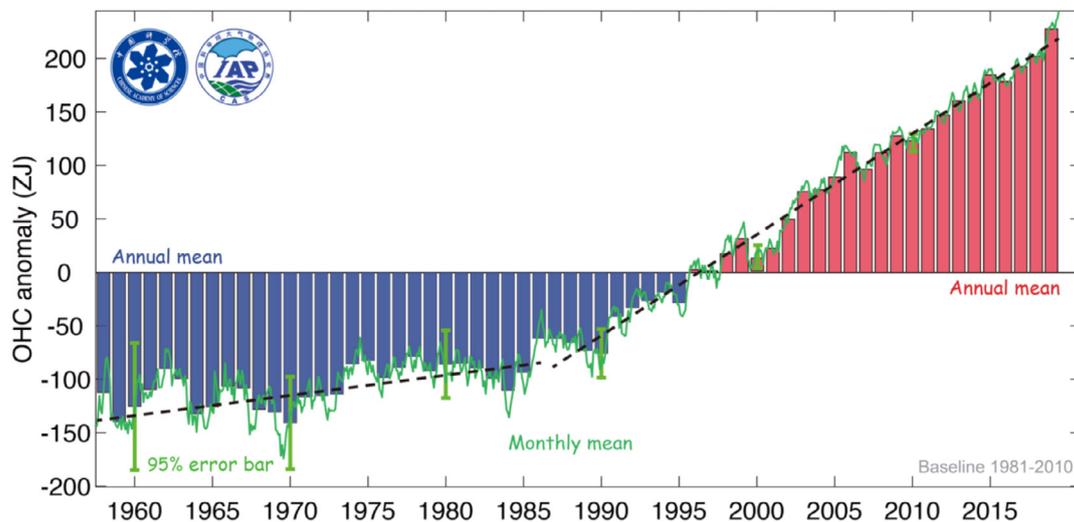
Le réchauffement des océans entraîne une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des événements hydrométéorologiques extrêmes, notamment des inondations record, des typhons et des précipitations anormales.

Selon les données de 2020, le réchauffement des océans a augmenté de 450 % au cours des 30 dernières années (voir Image 35). Les recherches montrent que si les océans se sont réchauffés de manière régulière entre 1955

et 1986, au cours des dernières décennies le réchauffement s'est rapidement accéléré.

Selon les estimations des scientifiques, pour atteindre le rythme actuel de réchauffement des océans, il faudrait la même quantité d'énergie qui serait libérée si 7 bombes atomiques, comme celles larguées sur Hiroshima, explosaient toutes les secondes pendant un an. Ce fait soulève la question rationnelle suivante : « Quelle est la source d'une quantité d'énergie aussi importante ? »

Le changement du contenu thermique dans les 2 000 m supérieurs de l'océan mondial



**Image 35**

Changement du contenu thermique dans les 2000 mètres supérieurs de l'océan mondial.

Source : Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, KE, Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y. et Mann, ME (2020). Le réchauffement océanique record s'est poursuivi en 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137-142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

Le réchauffement anormal des océans est provoqué à la fois par le facteur anthropique et par l'impact du magma, dont la remontée s'est intensifiée depuis 1995. La croûte océanique, plus fine que la croûte continentale, permet au magma de réchauffer plus fortement les fonds marins, réchauffant ainsi l'océan lui-même.

Plusieurs faits indiquent que l'océan se réchauffe en profondeur. Un groupe de chercheurs américains

a découvert qu'au cours des 60 dernières années, les profondeurs moyennes des océans se sont réchauffées 15 fois plus rapidement qu'au cours des 10 000 années précédentes<sup>10</sup>. Et cette progression s'accélère chaque année. Il faut énormément d'énergie pour élever la température à des profondeurs où les rayons du soleil ne peuvent plus pénétrer.

<sup>10</sup> Rosenthal, Y., Linsley, BK et Oppo, DW (2013). Le contenu thermique de l'océan Pacifique au cours des 10 000 dernières années. *Sciences*, 342(6158), 617-621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>

Oppo, D. (31 octobre 2013). Le réchauffement climatique se cache-t-il dans les océans ? <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130>

L'un des facteurs contribuant au réchauffement des eaux océaniques est la libération de méthane. D'énormes réserves de méthane sous forme d'hydrates de gaz (clathrates) se trouvent dans les fonds marins de l'océan Arctique. Sous l'influence du réchauffement géothermique, ces accumulations fondent, libérant du méthane sous forme gazeuse. De tels rejets de méthane se produisent par flambées et sont appelés « panaches de méthane » ou « relargages de méthane ». Une flambée anormale de méthane dans la région arctique a été détectée dans l'atmosphère par les satellites de la NOAA en avril 2014<sup>11</sup>. Selon la structure géologique des fonds marins, les zones présentant des concentrations élevées de méthane correspondent aux lignes de faille des dorsales médio-océaniques de l'Arctique. Les tremblements de terre indiquent l'activité des failles, les déplacements dans des chambres magmatiques et la libération des flux

de chaleur.

Les preuves d'une hausse des températures dans les profondeurs océaniques indiquent que l'océan se réchauffe à la fois par le haut et par le bas. Des tendances significatives au réchauffement sont observées dans deux zones profondes du bassin Argentin<sup>12</sup> à des profondeurs supérieures à 4 500 mètres :  $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$  par décennie entre 2009 et 2019.

Une augmentation de température de  $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$  représente une quantité colossale d'énergie nécessaire pour chauffer un tel volume d'eau froide au fond des océans.

Un record historique absolu de températures à la surface des océans a été battu en 2023 (Image 36). L'année 2024 a déjà dépassé tous les records établis en 2023, et il est probable que la tendance des changements ultérieurs ne rentre pas dans les limites des fourchettes présentées dans le graphique.

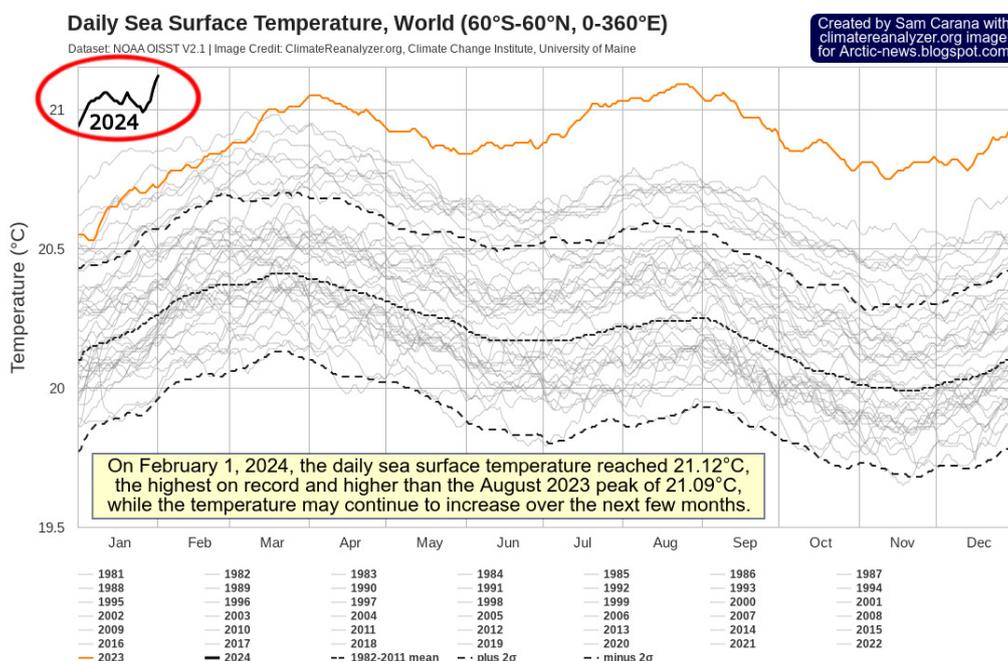


Image 36

Températures océaniques les plus élevées jamais enregistrées. Température quotidienne moyenne de la surface des océans, 1981-2024. Source de données : Ensemble de données NOAA OISST V2.1 | Crédit d'image : ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, Université du Maine, Dataset. NOAA OISST

<sup>11</sup> Yurganov, L.N., Leifer, I. et Sunil Vadakkepuliambatta. (2017). Les signes d'une accélération de l'augmentation de la concentration de méthane dans l'atmosphère après 2014 : données satellitaires pour l'Arctique. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa* [Problèmes actuels de télé observation de la Terre depuis l'espace] 14(5), 248-258. [https://www.researchgate.net/publication/317587506\\_Evidences\\_of\\_accelerating\\_the\\_increase\\_in\\_the\\_concentration\\_of\\_methane\\_in\\_the\\_atmosphere\\_after\\_2014\\_satellite\\_data\\_for\\_the\\_Arctic](https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic)

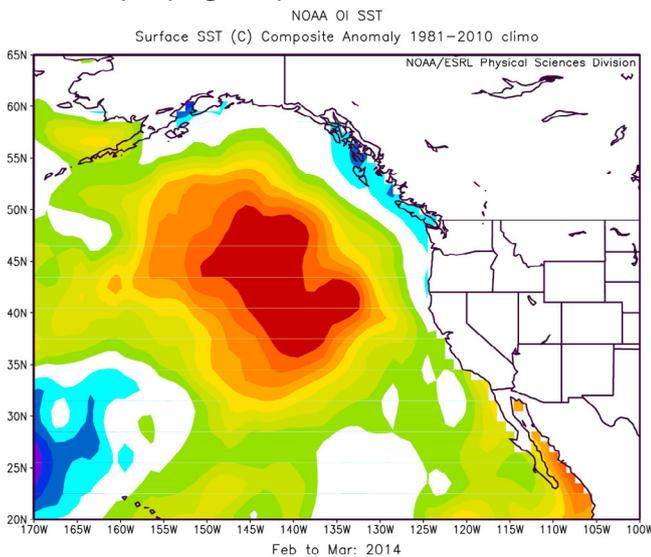
<sup>12</sup> Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R. et Campos, E. (2020). Variabilité observée de la température du fond de l'océan sur quatre sites du bassin Nord-Ouest de l'Argentine : preuves d'un réchauffement décennal Profond/Abysal au milieu d'une variabilité horaire à interannuelle au cours de la période 2009-2019. *Lettres de recherche géophysique*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>

Une autre preuve du réchauffement des océans sont les vagues de chaleur marines, c'est-à-dire le réchauffement local de l'eau de l'océan pendant une longue période. Un exemple particulier est celui des blobs, qui présentent de gigantesques zones d'eau de surface et des températures anormalement élevées. Depuis 1995, le nombre de blobs a considérablement augmenté<sup>13</sup> et ils sont devenus plus courants dans diverses parties des océans du monde, notamment au large des côtes de la Nouvelle-Zélande, du Sud-Ouest de l'Afrique et du Sud de l'Océan Indien.

L'un des blobs les plus connus et les plus grands s'est formé dans le golfe d'Alaska en 2013 et s'est propagé rapidement à travers l'Océan

Pacifique. Il couvrait une superficie de plus de 4 000 000 de kilomètres carrés (plus grande que la taille de l'Inde) et la température de l'eau était de 5 à 6 degrés Celsius supérieure à la moyenne à certains endroits (Image 37). Le blob a traversé l'océan de l'Alaska au Mexique pendant trois ans jusqu'en 2016 (Image 38). Ce phénomène a eu un impact négatif sur l'écosystème marin et le climat de la région.

L'une des théories derrière l'origine de ce blob est très probablement le volcanisme actif au large des côtes de l'Alaska et le panache de magma Cobb<sup>14</sup>, qui a réchauffé l'eau au fond de l'océan et a forcé cet énorme volume d'eau chauffée à remonter à la surface.

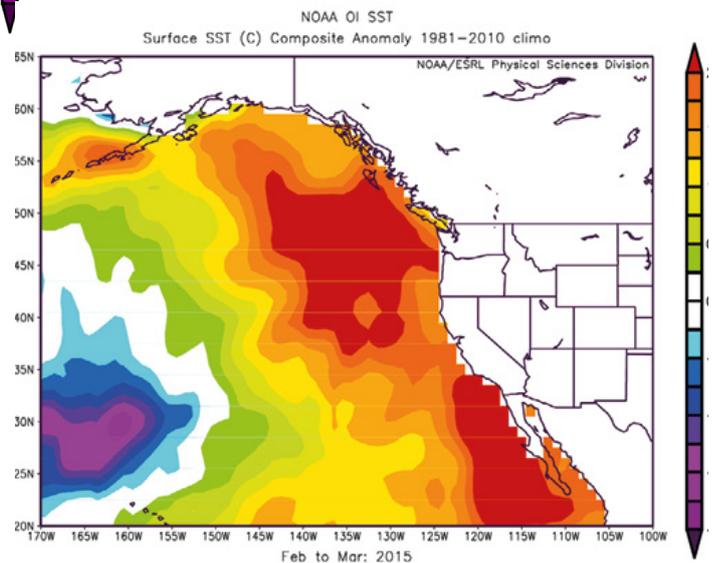


**Image 37**

Carte montrant la position de l'anomalie de température de surface de la mer (SST), également connue sous le nom de "The Blob", dans le Nord-Est de l'océan Pacifique en mars 2014. (Image fournie par la Division des sciences naturelles de la [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](http://www.noaa.gov))

**Image 38**

Carte montrant comment l'anomalie de température de surface de la mer (SST) s'est déplacée et s'est propagée le long de la côte Ouest des États-Unis en mars 2015. (Image fournie par la Division des sciences naturelles de la [NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado](http://www.noaa.gov))

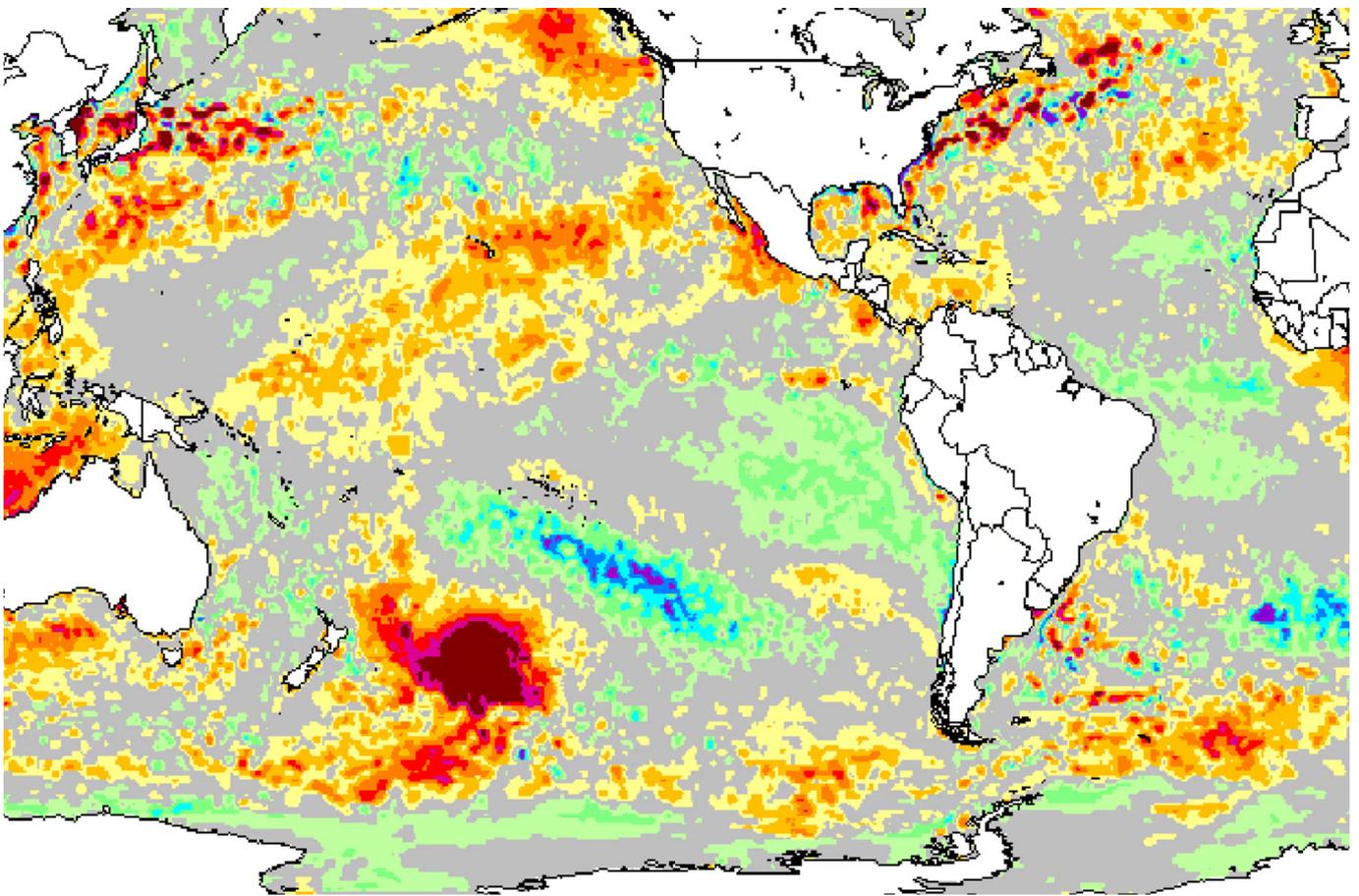


<sup>13</sup> Laufkötter, C., Zscheischler, J. et Frölicher, TL (2020). Sciences, 369(6511), 1621-1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>

<sup>14</sup> Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yagodinski, G., & Lupton, J. (2014). Le point chaud de Cobb : mélange et fusion HIMU-DMM contrôlés par un couvercle lithosphérique de plus en plus mince. Géochimie, Géophysique, Géosystèmes, 15(8), 3107-3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>

À l'Est de la Nouvelle-Zélande, dans le Pacifique Sud, un blob est apparu en décembre 2019 avec des températures allant jusqu'à 6°C de plus que la moyenne certains jours. Le blob avait une superficie de plus d'un million de kilomètres carrés, soit 1,5 fois la taille du Texas ou 4 fois la taille de la Nouvelle-Zélande (Image 39). À l'époque, il s'agissait du plus grand blob existant dans tous les océans. De plus, ce blob est devenu le deuxième événement le plus

important jamais enregistré dans cette région. James Renwick, professeur au Département de géographie, d'environnement et de géosciences de l'Université Victoria de Wellington, a dit "qu'il s'agit de la plus grande zone de réchauffement anormal de la planète. Habituellement, la température de l'eau y est d'environ 15°C, mais maintenant elle est d'environ 20°C"<sup>15</sup>.



**Image 39**

Anomalie de température de surface de la mer dans le Pacifique Sud le 25 décembre 2019.

Source : Morton, A. (27 décembre 2019). Un blob chaud : une vaste étendue d'eau chaude au large des côtes néo-zélandaises laisse perplexe les scientifiques. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>

<sup>15</sup> Morton, A. (27 décembre 2019). Un blob chaud : une vaste étendue d'eau chaude au large des côtes néo-zélandaises laisse perplexe les scientifiques. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists> (data di accesso 01.02.2024).

<sup>16</sup> Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023). La subduction de la croûte supérieure riche en volcanoclastiques fournit des fluides pour une méga-poussée peu profonde et un glissement lent. Science Advances, 9 (33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>

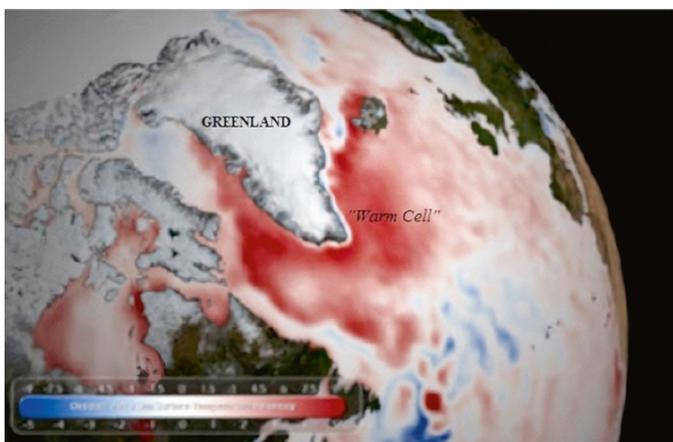
La théorie selon laquelle l'émergence des vagues de chaleur marine et des blobs océaniques est causée par le réchauffement des eaux profondes au fond des océans est conforme aux nouvelles recherches menées par des scientifiques de l'Université des océans de Chine<sup>17</sup>. Ils ont montré qu'un tiers des vagues de chaleur marine ne se manifestent en aucune façon à la surface de l'océan, et qu'environ la moitié d'entre elles ne se manifestent pas à tous les stades de leur cycle de vie. Le nombre annuel de ces vagues de chaleur marine souterraines a considérablement augmenté en raison du réchauffement des océans au cours des trois dernières décennies. Le fait qu'une partie importante des vagues de chaleur marine ne soit même pas observée à la surface de l'océan indique probablement qu'elles ne peuvent pas être causées par la chaleur de l'atmosphère.

Ainsi, outre le facteur anthropique, la cause de la formation des vagues de chaleur marines, y compris les blobs, est l'activité volcanique sous-marine et la remontée du magma des profondeurs jusqu'à la croûte océanique, qui a débuté en 1995. Cela conduit au réchauffement des couches d'eau profondes, qui flottent verticalement jusqu'à la surface depuis le fond de l'océan et forment des zones anormalement chauffées de l'océan. Les blobs dans l'océan entraînent des changements dans la pression atmosphérique, des anomalies dans les

vents et les courants, un réchauffement global de l'océan et la destruction des écosystèmes. À mesure que l'activité magmatique augmente, le nombre et l'ampleur de ces vagues de chaleur marines dans l'océan vont augmenter.

Un exemple de l'impact significatif des vagues de chaleur marines est la modification des courants océaniques, comme le ralentissement du Gulf Stream entre mai et août 2010. Cela s'est produit après la puissante éruption du volcan Eyjafjallajökull en Islande en mars 2010. Selon le géologue James Kamis, la montée du magma qui a provoqué l'éruption du volcan a probablement réchauffé l'eau au fond de l'océan<sup>18</sup>. En conséquence, selon les observations, en mai 2010, une énorme masse d'eau chaude a fait surface au-dessus de la zone tectonique située sous le Groenland, ce qui aurait bloqué pendant un certain temps le passage du Gulf Stream (Image 40). Cela a entraîné un changement temporaire des conditions météorologiques en Europe et en Amérique du Nord. Un affaiblissement ou un arrêt plus grave du Gulf Stream pourrait entraîner des changements importants dans le climat, les écosystèmes et les économies de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

Actuellement, en raison du facteur anthropique et de l'augmentation de l'activité magmatique, qui contribue au réchauffement des couches profondes de l'océan, il existe un risque d'affaiblissement, d'arrêt, voire de disparition complète du Gulf Stream.



**Image 40**

Carte des températures de surface de l'océan pour mai 2010, illustrant la vague de chaleur marine de l'océan Atlantique Nord de 2009 à 2010 (marqué en couleurs rouges). Source : Kamis, J. E. (n.d.). Geologically Induced Northern Atlantic Ocean "Warm Blob" Melting Southern Greenland Ice Sheet. Plate Climatology. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska>

<sup>17</sup> Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Vagues de chaleur marines fréquentes cachées sous la surface de l'océan mondial. *Géoscience de la nature*, 16 (12), 1099-1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>

<sup>18</sup> Kamis, J. E. (n.d.). Le « blob de chaleur » d'origine géologique de l'océan Atlantique Nord fait fondre la calotte glaciaire du Sud du Groenland. *Climatologie des plaques*. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska>

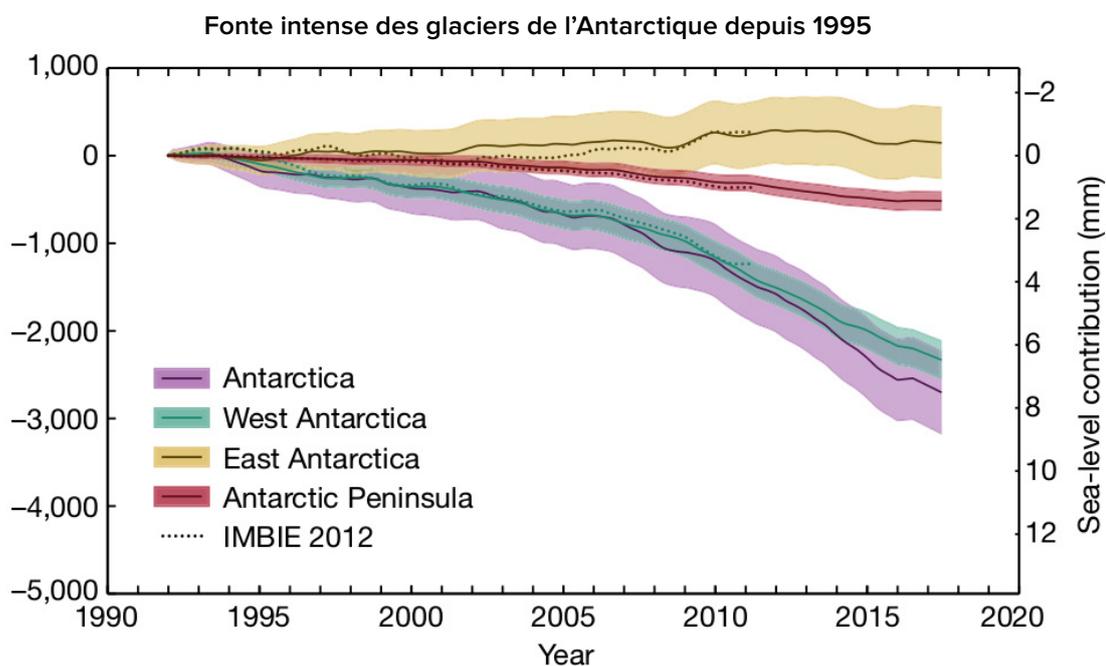
## Fonte anormale des glaciers en Antarctique et au Groenland

La perte de glace des principales calottes glaciaires s'est accélérée au cours des 29 dernières années, le taux de perte de glace au Groenland étant désormais 400 % plus élevé et celui de l'Antarctique 25 % plus élevé qu'au début des années 1990<sup>19</sup>.

Prenons l'exemple de l'Antarctique. Les recherches montrent que depuis 1992, l'Antarctique a perdu près de trois mille milliards de tonnes de glace<sup>20</sup>, ce qui équivaut à 1,2 milliard de piscines olympiques. Le glacier de l'île du Pin, considéré comme le point le plus vulnérable de l'Antarctique, perd environ 45 milliards de tonnes de glace par an<sup>21</sup>. Le deuxième glacier le

plus important de l'Antarctique est la plateforme de glace géante du glacier Thwaites.

86 % de toute la perte de glace en Antarctique se produit dans l'Antarctique occidentale, où les glaciers de l'île du Pin et Thwaites reculent et s'amincissent rapidement (Rignot et al. 2014 ; Shepherd et al. 2002) (Images 41 à 43). Il est surprenant de constater que les glaciers ne fondent principalement que dans la partie occidentale du continent.



**Image 41**

Changements de la masse de glace et du niveau de la mer en Antarctique au cours de la période 1992-2017. La courbe violette représente le taux de fonte moyen de l'Antarctique. La courbe verte représente le niveau de fonte de l'Antarctique occidentale. La courbe jaune représente une tendance positive, c'est-à-dire une augmentation de la glace dans l'Est de l'Antarctique.

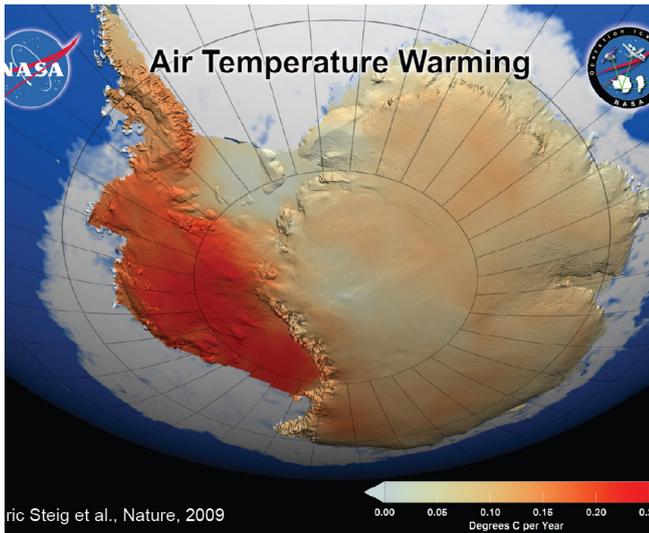
Source: The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222.

<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

<sup>19</sup> Otosaka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Bilans de masse des calottes glaciaires de l'Antarctique et du Groenland surveillés depuis l'espace. *Surveys in Geophysics*, 44:1615–1652. <https://doi.org/10.1007/s10712-023-09795-8>

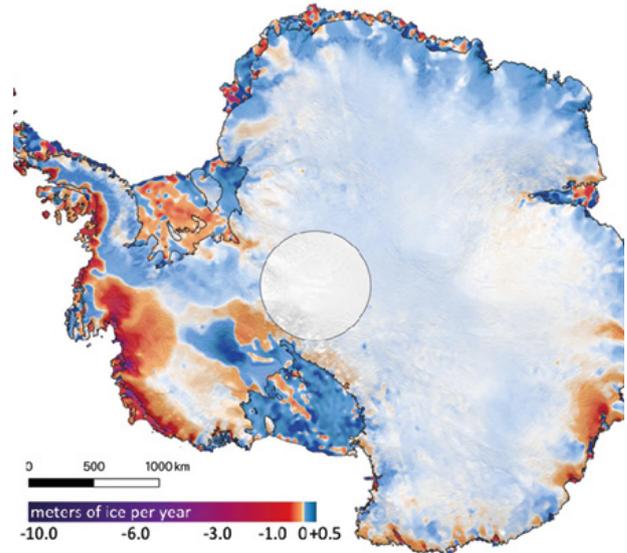
<sup>20</sup> L'équipe IMBIE. (2018). Bilan de masse de la calotte glaciaire de l'Antarctique de 1992 à 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

<sup>21</sup> Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginot, J., Larour, E., Schodlok, M. et Khazendar, A. (2014). Sensibilité de la dynamique du glacier de l'île du Pin, Antarctique occidentale, au forçage climatique pour les 50 prochaines années. *La cryosphère*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>



**Image 42**

Une carte de la NASA montre un réchauffement significatif de la calotte glaciaire de surface de l'Antarctique occidentale, la péninsule Antarctique. Ce réchauffement est nettement plus important que celui signalé précédemment, dépassant 0,1 degré Celsius par décennie, et est plus fort en hiver et au printemps. L'image comprend des données de température collectées sur une période de 50 ans, de 1957 à 2006 (NASA/GSFC Scientific Visualization Studio 2008). <https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>

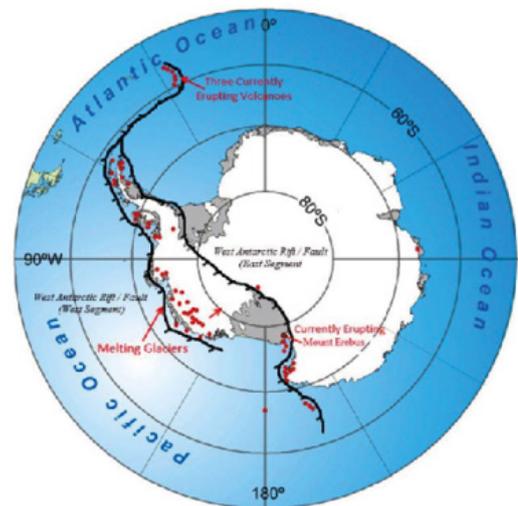


**Image 43**

La carte représente la quantité de glace accumulée ou perdue par l'Antarctique entre 2003 et 2019. Les couleurs violette et rouge foncé indiquent respectivement des taux élevés et modérés de perte de glace le long de la côte antarctique, tandis que les couleurs bleues indiquent des taux de croissance de la glace à l'intérieur des terres. Source : Smith, B., Fricker, H. A., Gardner, A. S., Medley, B., Nilsson, J., Paolo, F. S., Holschuh, N., Adusumilli, S., Brunt, K., Csatho, B., Harbeck, K., Markus, T., Neumann, T., Siegfried, M. R., & Zwally, H. J. (2020). Pervasive ice sheet mass loss reflects competing ocean and atmosphere processes. *Science*, 368(6496), 1239–1242. <https://doi.org/10.1126/science.aaz5845>

Il est intéressant de noter que l'Antarctique occidentale est l'une des plus grandes régions volcaniques de la planète, où plus de 140 volcans ont été découverts sous la glace (Image 44).

Sur la base des observations aéromagnétiques, des scientifiques allemands et du British Antarctic Survey ont dressé une carte du flux de chaleur géothermique dans l'Antarctique occidentale et ils ont découvert une zone d'afflux de grandes quantités de chaleur géothermique provenant de l'intérieur de la Terre sous le glacier de Thwaites.<sup>22, 23</sup> Le flux géothermique sous l'Antarctique occidentale correspond à des zones de fonte glaciaire accrue.



**Image 44**

Carte des volcans « actifs » (actuellement en éruption) ou « dormants » (potentiellement actifs) du continent Antarctique situés le long du vaste système de rift antarctique occidental. Cette zone de faille active divise le continent et permet au magma chaud sous-océanique de remonter les failles, alimentant ainsi les volcans. <https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>

<sup>22</sup> Damiani, TM, Jordan, TA, Ferraccioli, F., Young, DA et Blankenship, DD (2014). L'épaisseur variable de la croûte sous le glacier Thwaites révélée par la gravimétrie aéroportée, implications possibles pour le flux de chaleur géothermique dans l'Antarctique occidentale. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>  
<sup>23</sup> Dziadek, R., Ferraccioli, F. et Gohl, K. (2021). Flux de chaleur géothermique élevé sous le glacier Thwaites dans l'Antarctique occidentale, déduit de données aéromagnétiques. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Une équipe de scientifiques de l’Université de Rhode Island et de l’Université d’East Anglia a découvert un nouveau facteur dans la fonte rapide du glacier de l’île du Pin en Antarctique: un volcan actif jusqu’alors inconnu, enfoui profondément sous la glace<sup>24</sup>. Les scientifiques ont découvert une activité volcanique sous la calotte glaciaire, montrant une énergie thermique 25 fois supérieure à celle d’un volcan endormi.

Les scientifiques de la NASA ont identifié un énorme panache de magma appelé “ Marie Byrd ”<sup>25</sup> sous l’Antarctique occidental, d’une superficie de près d’un million de kilomètres carrés (Image 45). La province volcanique de Marie Byrd Land est une région de l’Antarctique

occidentale caractérisée par une forte activité volcanique. Le volcanisme de Marie Byrd est attribué à un point chaud où un panache du manteau (un courant de magma chaud s’élevant des profondeurs du manteau terrestre) atteint la croûte terrestre et provoque une activité volcanique. Selon les calculs des scientifiques, la chaleur du panache du manteau chauffe les couches de roche et de glace au-dessus avec presque autant d’énergie que le supervolcan de Yellowstone, qui est de 150 mW par mètre carré et atteint 180 mW par mètre carré dans les zones de failles. Cela représente environ trois fois plus de chaleur que dans les couches rocheuses voisines.

La chambre magmatique de Mary Byrd dans l’Antarctique occidental

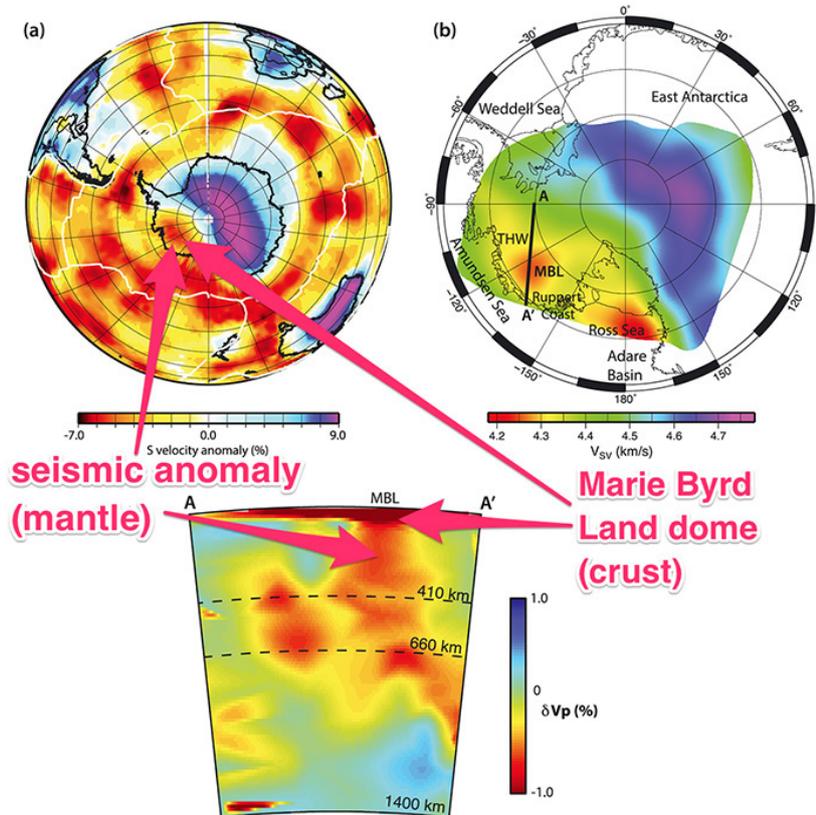


Image 45

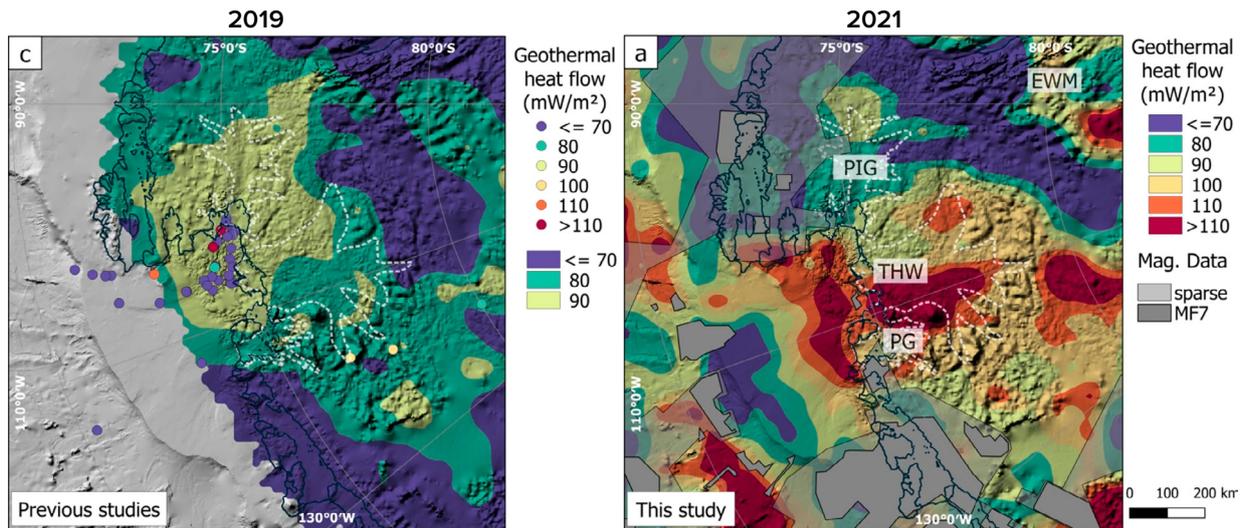
La tomographie sismique a révélé la présence d’un panache de manteau chaud sous la région de Marie Byrd, dans l’Ouest de l’Antarctique. Source : Seroussi, H., Ivins, ER, Wiens, DA et Bondzio, J. (2017). Influence d’un panache du manteau de l’Antarctique occidentale sur les conditions basales de la calotte glaciaire. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127-7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

<sup>24</sup> Loose, B., Naveira Garabato, AC, Schlosser, P., Jenkins, WJ, Vaughan, D. et Heywood, KJ (2018). Preuve d’une source de chaleur volcanique active sous le glacier de l’île du Pin. *Nature Communications*, 9 (2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>

<sup>25</sup> Seroussi, H., Ivins, ER, Wiens, DA et Bondzio, J. (2017). Influence d’un panache du manteau de l’Antarctique occidentale sur les conditions basales de la calotte glaciaire. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127-7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

Des scientifiques de l'Université de Brême, de l'Institut allemand de recherche polaire et marine et du British Antarctic Survey ont confirmé que la fonte des principaux glaciers se produit dans les zones où le flux de chaleur en provenance de l'intérieur de la Terre est élevé (Image 46).

Il est évident que par rapport aux études précédentes de 2019 (carte de gauche), des changements importants se sont produits en 2021 (carte de droite) et le flux de chaleur géothermique a augmenté. Cela indique une augmentation du flux de chaleur provenant des panaches de magma à l'intérieur de la Terre.



**Image 46**

Répartition des flux de chaleur géothermique en 2019 (à gauche) et 2021 (à droite).

Source : Dziadek, R., Ferraccioli, F. et Gohl, K. (2021). Flux de chaleur géothermique élevé sous le glacier Thwaites dans l'Antarctique occidentale, déduit de données aéromagnétiques. *Communications Earth & Environment*, 2 (16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Une nouvelle étude internationale a révélé que la croûte terrestre s'élève dans certaines parties de l'Antarctique occidentale à un rythme parmi les plus rapides jamais enregistrés. Le taux de soulèvement dans la mer d'Amundsen, face au glacier de l'île du Pin, est de 41 millimètres par an, soit trois fois plus rapide que dans d'autres zones<sup>26</sup>. Même dans des endroits comme l'Islande et l'Alaska, où un soulèvement rapide est observé, le taux de soulèvement typique est d'environ 20 à 30 millimètres par an. Ainsi, les scientifiques ont conclu que le manteau sous l'Antarctique occidentale est plus chaud et plus fluide que prévu.

Par conséquent, la fonte intense de la calotte glaciaire de l'Antarctique est attribuée à la fois au réchauffement de l'eau dû au facteur anthropique ainsi qu'à la chaleur géothermique provenant

de l'activité volcanique et magmatique, qui a considérablement augmenté depuis 1995 et continue d'augmenter.

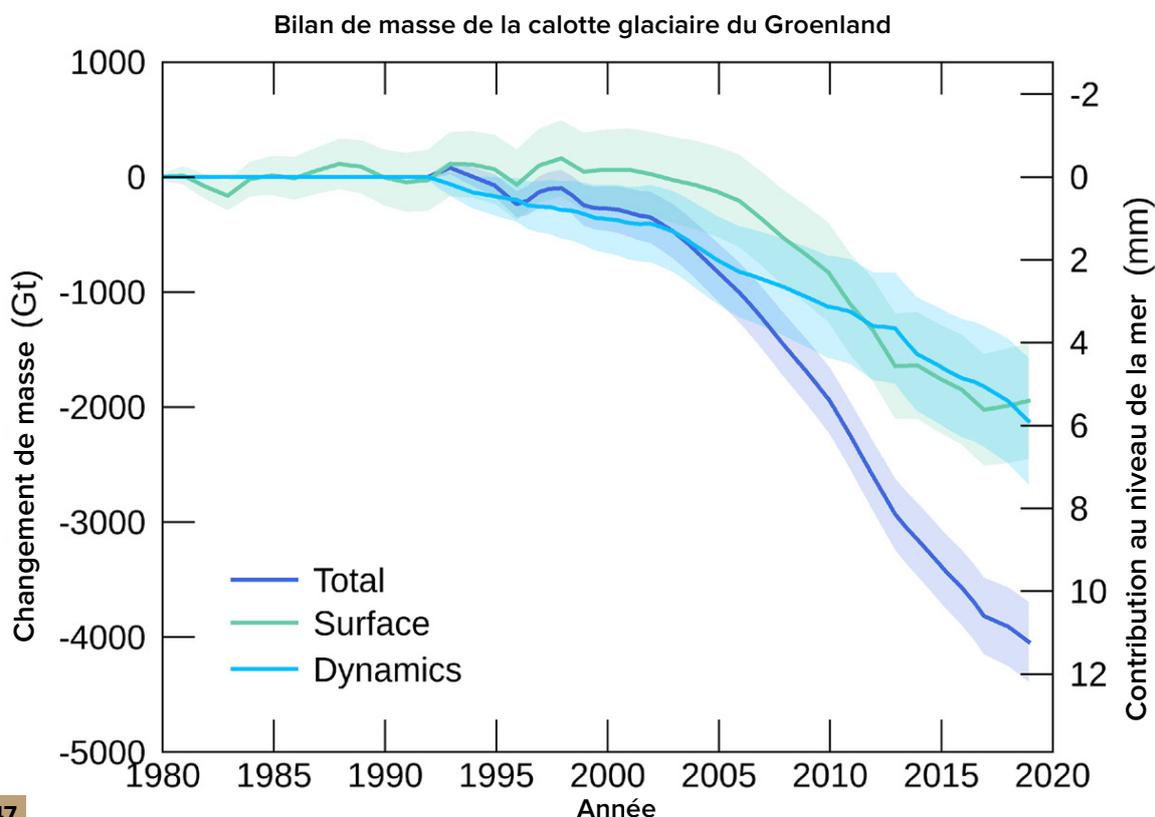
Directement au large des côtes de l'Antarctique occidentale, on observe un réchauffement anormal des eaux profondes de la mer de Weddell<sup>27</sup>. Alors que les 700 mètres supérieurs d'eau se réchauffent à peine, les régions plus profondes connaissent une augmentation constante de la température. D'un côté, la mer de Weddell est encadrée par le rift ouest de l'Antarctique, de l'autre, par une crête volcanique sous-marine avec les îles Sandwich du Sud. Notez que la région des îles Sandwich du Sud est l'une des régions sismiquement les plus actives au monde. L'activité sismique augmente rapidement ici, ce qui peut être le signe d'une montée du magma.

<sup>26</sup> Barletta, VR, Bevis, M., Smith, BE, Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, SA, Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., E. Kendrick, S. Konfal, DJ Caccamise, RC Aster, A. Nyblade et DA Wiens (2018). Le soulèvement rapide du substrat rocheux observé dans la baie d'Amundsen favorise la stabilité de la calotte glaciaire. *Science*, 360 (6395), 1335-1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>

<sup>27</sup> Strass, VH, Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M. et Boebel, O. (2020). Réchauffement multidécennal et perte de densité dans les profondeurs de la mer de Weddell, Antarctique. *Journal of Climate*, 33(22), 9863-9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>

Examinons la fonte de la calotte glaciaire du Groenland. Actuellement, la glace du Groenland fond plus rapidement qu'à aucun autre moment au cours des 12 000 dernières années<sup>28</sup>. L'image 47 montre un graphique illustrant une augmentation exponentielle de la perte de glace au Groenland de 1992 à 2018. La perte de glace au Groenland a commencé dans les années 1990, mais la période de 2006

à 2012 a représenté près de la moitié de la perte totale. Malgré des conditions atmosphériques plus froides dans la région du Groenland, le taux de perte de glace est resté élevé après cette période. Rien qu'en juillet 2019, la calotte glaciaire du Groenland a perdu 197 milliards de tonnes de glace, soit à peu près l'équivalent d'environ 80 millions de piscines olympiques.



**Image 47**

Changement cumulatif total de la masse de la calotte glaciaire du Groenland, divisé en deux composantes : superficielle et dynamique (la partie de la perte de masse du glacier causée par son mouvement et le vêlage des icebergs). Changement par rapport à 1992.

Des rivières coulent et des lacs apparaissent à la surface de la calotte glaciaire du Groenland, mais étonnamment, des rivières et des lacs ont également été découverts sous la calotte glaciaire, qui mesure environ 1,5 kilomètre d'épaisseur. Une soixantaine de lacs sous-glaciaires ont été découverts à ce jour<sup>29</sup>.

La raison communément connue de la formation de ces lacs est la chaleur géothermique et l'eau de fonte s'écoulant à travers les fissures. Ces lacs se forment parce que la calotte glaciaire fond maintenant à la fois par le haut et par le bas.

<sup>28</sup> Briner, JP, Cuzzone, JK, Badgley, JA, Young, NE, Steig, EJ, Morlighem, M., Schlegel, NJ, Hakim, GJ, Schaefer, JM, Johnson, JV, Lesnek, AJ, Thomas, EK, Allan, E., Bennike, O., Cluett, AA, Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E. et Nowicki, S. (2020). Le taux de perte de masse de la calotte glaciaire du Groenland dépassera les valeurs de l'Holocène au cours de ce siècle. *Nature*, 586(7827), 70-74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>

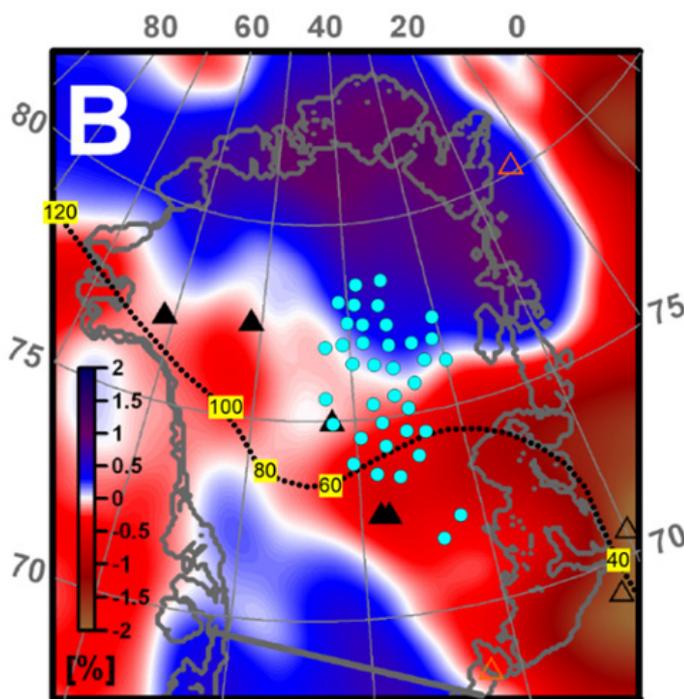
<sup>29</sup> Bowling, J.S., Livingstone, S.J., Sole, A.J. et Chu, W. (2019). Répartition et dynamique des lacs sous-glaciaires du Groenland. *Nature Communications*, 10 (2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>

Un groupe de scientifiques américains, dirigé par le professeur Ralph von Frese de l'Ohio State University, a utilisé des recherches gravitationnelles pour estimer l'épaisseur de la croûte sous le Groenland. Ils ont découvert que la fonte des glaciers la plus importante se produit dans la partie nord de l'île, là où la croûte terrestre est la plus mince. Dans cette région, un flux de chaleur géothermique élevé est observé en raison du panache ascendant du manteau<sup>30</sup>.

En outre, un groupe de scientifiques dirigé par des chercheurs de l'Institut Schmidt de physique

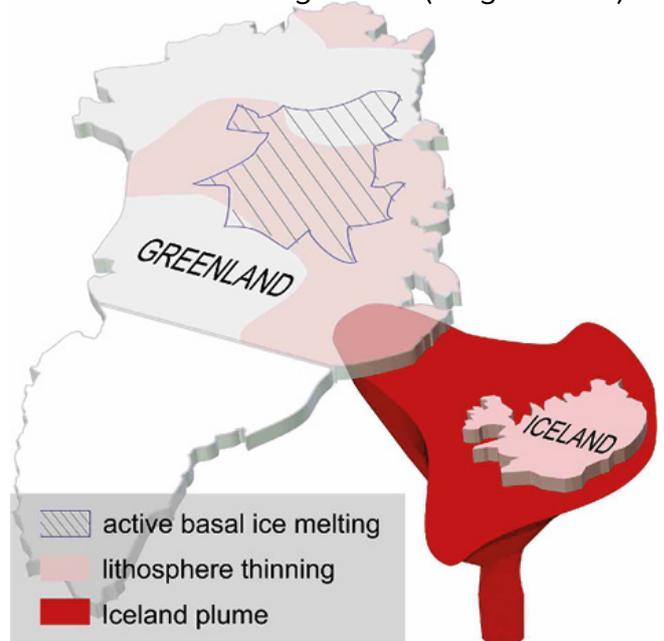
de la Terre, Irina Rogozhina et Alexey Petrunin<sup>31</sup>, est parvenu à la même conclusion. Sur la base de données de tomographie sismique, les chercheurs ont découvert un panache du manteau à l'intérieur du Groenland.

Le flux magmatique s'élève de la limite noyau-manteau et s'approche de la surface de la Terre directement sous la partie centrale de l'île. Ce phénomène constitue probablement un facteur supplémentaire contribuant à la fonte des glaces. C'est dans cette zone que se situe le plus grand nombre de lacs sous-glaciaires (Images 48-49).



**Image 48**

Tomographie sismique du Groenland à 150 km de profondeur. Les zones à faible vitesse correspondant aux régions de température élevée sont surlignées en rouge. La ligne pointillée représente l'une des reconstitutions potentielles du « passage » du panache avec un âge indiqué en millions d'années. Les points bleus sont les zones où les résultats des relevés radar ont montré que de l'eau est présente sous le glacier. Source : Rogozhina, I., Petrunin, A.G., Vaughan, A.P.M., Steinberger, B., Johnson, J.V., Kaban, M.K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M. et Koulakov, I. (2016). Fonte à la base de la calotte glaciaire du Groenland expliquée par l'histoire du hotspot islandais. *Nature Geoscience*, 9, 366-369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>



**Image 49**

Illustration d'Ivan Kulakov, géophysicien russe, expert en géophysique et géodynamique, membre correspondant de l'Académie des sciences de Russie.

Source :

[https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase\\_id=1444325](https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325)

<sup>30</sup>van der Veen, C.J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B.M. et Li, J. (2007). Topographie sous-glaciaire et flux de chaleur géothermique : interactions potentielles avec le drainage de la calotte glaciaire du Groenland. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>

<sup>31</sup>Rogozhina, I., Petrunin, A.G., Vaughan, A.P.M., Steinberger, B., Johnson, J.V., Kaban, M.K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M. et Koulakov, I. (2016). Fonte à la base de la calotte glaciaire du Groenland expliquée par l'histoire du hotspot islandais. *Nature Geoscience*, 9, 366-369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>

Les scientifiques ont calculé le flux de chaleur théorique de ce panache de magma et ont constaté que cette chaleur est suffisante pour réchauffer la base du glacier au point de faire fondre la glace. De nombreux chercheurs, y compris ceux utilisant des techniques d'apprentissage automatique<sup>32,33</sup>,

ont obtenu des résultats similaires par la suite. Des études menées par des scientifiques de l'Université de Tohoku au Japon ont permis de mieux comprendre la structure du panache de magma sous le Groenland<sup>34</sup> (Images 50-51).

Panache magmatique sous le Groenland, modèle

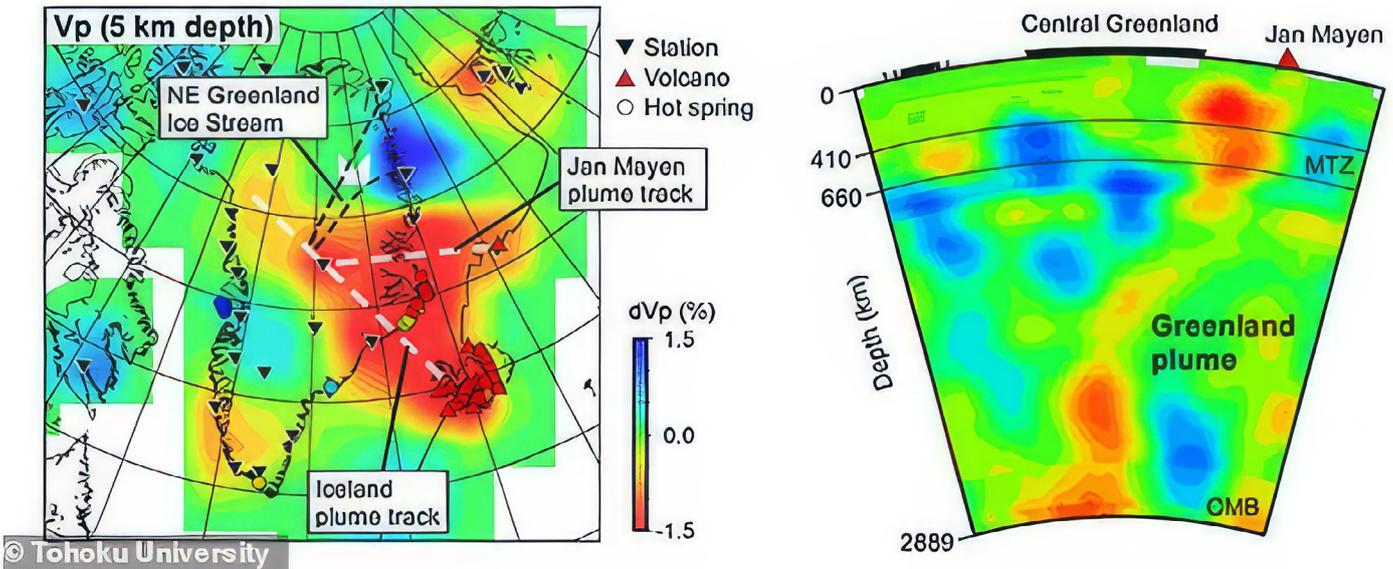


Image 50

Comparaison de la structure de vitesse sismique et du flux de chaleur géothermique. Les couleurs bleues et rouges indiquent respectivement les vitesses élevées et faibles des ondes longitudinales. Le rouge montre les zones à faible vitesse associées aux flux fondus du panache de magma. Source : Toyokuni, G., Matsuno, T. et Zhao, D. (2020). Tomographie par ondes P sous le Groenland et les régions environnantes : 1. Croûte et manteau supérieur. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>

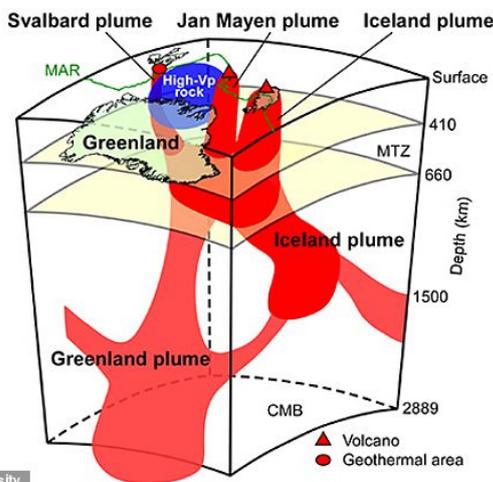


Image 51

Schéma des principales caractéristiques tectoniques et panaches magmatiques sous le Groenland et ses environs. Le panache du Groenland comporte deux branches qui fournissent de la chaleur aux zones actives d'Islande, de Jan Mayen, et à la zone géothermique du Svalbard. Les roches en fusion s'élèvent de la limite noyau-manteau, accélérant la fonte des glaces dans le centre du Groenland et élevant le niveau de la mer.

Source des données : Toyokuni, G., Matsuno, T. et Zhao, D. (2020). <https://doi.org/10.1029/2020JB019837>

<sup>32</sup> Rezvanbehbahani, S., Stearns, LA, Kadivar, A., Walker, JD et van der Veen, CJ (2017). Prédire le flux de chaleur géothermique au Groenland : une approche d'apprentissage automatique. Geophysical Research Letters, 44(24), 12 271-12 279. <https://doi.org/10.1002/2017gl075661>

<sup>33</sup> Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J. et Sejor, MK (2018). Flux de chaleur géothermique élevé à proximité immédiate du courant glaciaire du Nord-Est du Groenland. Scientific Reports, 8 (1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>

<sup>34</sup> Toyokuni, G., Matsuno, T. et Zhao, D. (2020). Tomographie par ondes P sous le Groenland et les régions environnantes : 1. Croûte et manteau supérieur. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>

Ainsi, selon les études de scientifiques japonais, russes et allemands, au Groenland, comme en Antarctique, un panache de magma est également localisé dans la partie centrale, ce qui est une cause possible du glissement accéléré des glaciers du Groenland au cours des dernières décennies.

Il est probable que les deux plus grandes régions glaciaires du monde - l'Antarctique et le Groenland - fondent non seulement à cause de facteurs anthropiques, mais également à cause de l'augmentation de la chaleur géothermique provenant des profondeurs, et la chaleur augmente, comme l'indiquent les tendances

exponentielles de la fonte des glaciers. Ceci, à son tour, indique l'activation de panaches magmatiques sous l'Antarctique occidental et le centre du Groenland depuis 1995.

Le but de fournir ces informations est d'attirer l'attention sur la quantité anormale d'énergie accumulée au sein de la planète. Il y en a tellement qu'elle a activé des panaches de magma, qui ont commencé à faire fondre les glaciers de façon exponentielle. Et ce processus s'accélère. Cela indique une augmentation de l'activité magmatique planétaire, qui peut constituer un danger grave supplémentaire pour la vie humaine.

## Réchauffement des couches inférieures de l'atmosphère

Le réchauffement sans précédent des couches inférieures de l'atmosphère est une conséquence du réchauffement des océans de la planète. L'image 52 présente un graphique illustrant l'augmentation sans précédent des températures moyennes dans le monde

entre 1850 et 2023. En 2023, un nouveau record historique de température a été établi. Selon Samantha Burgess, directrice adjointe du Service Copernicus sur le changement climatique (CCCS), 2023 est devenue l'année la plus chaude depuis au moins 100 000 ans<sup>35</sup>.

### 2023 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée au monde

Augmentation de la température mondiale à la surface par rapport à la moyenne de la période préindustrielle de 1850 à 1900 (en °C)

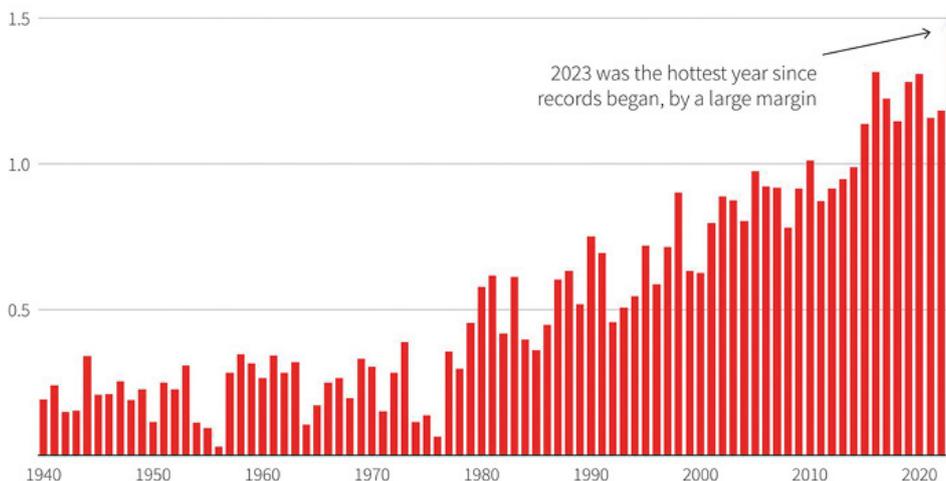


Image 52

Augmentation de la température mondiale à la surface par rapport à la moyenne de la période préindustrielle de 1850 à 1900 (en °C)  
Source : Copernicus Climate Change Service/ECMWF

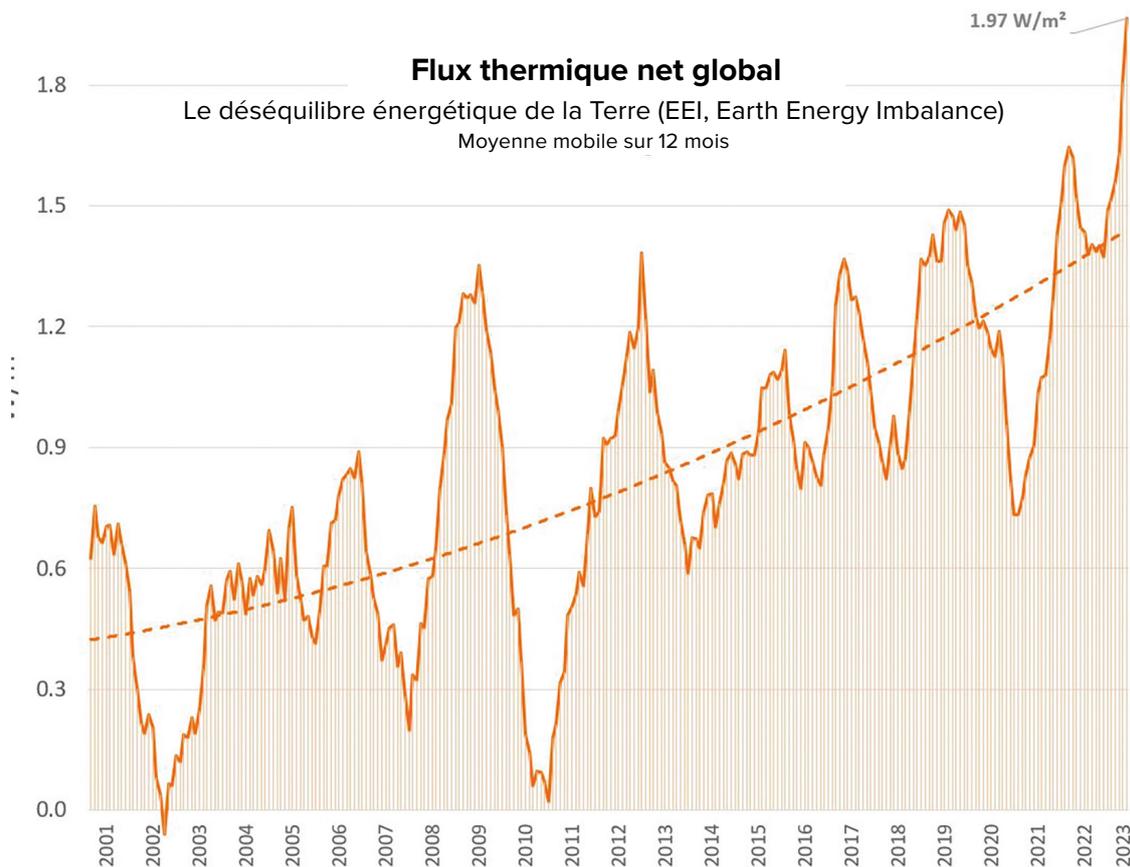
<sup>35</sup> Source : <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>

Le principal climatologue de la NASA, Gavin Schmidt, a exprimé son inquiétude concernant les températures record de 2023. Selon Gavin, ces températures ont non seulement dépassé les records précédents, mais ont également indiqué la présence de processus de chauffage inconnus qui ont dépassé les tendances typiques à long terme des modèles précédents. Il a déclaré : « Nous comprenons les tendances à long terme, et elles sont causées par les gaz à effet de serre, l'impact anthropique... Mais ce qui c'est exactement ce qui s'est passé en 2023, et quelque chose de plus. Ce « quelque chose de plus » est bien plus important que ce que nous prévoyons, ou que nous puissions encore expliquer ». <sup>36</sup>

Il existe également un déséquilibre croissant

entre l'énergie provenant du Soleil et celle provenant de la Terre (Image 53). Le graphique indique que l'énergie s'accumule de façon exponentielle dans l'atmosphère terrestre. Cela est dû à l'augmentation de la chaleur provenant des émissions de gaz à effet de serre et, en outre, à la montée du magma des profondeurs, ainsi qu'à une diminution de la fonction de l'océan et de l'atmosphère pour évacuer efficacement la chaleur de la surface de la Terre vers l'espace. En mars 2023, l'EEI (Earth Energy Imbalance, déséquilibre énergétique terrestre) annualisé était de 1,61 Watts

par mètre carré, ce qui équivaut globalement à l'énergie d'environ 13 bombes atomiques larguées sur Terre chaque seconde, soit la même puissance que celle larguée sur Hiroshima.



**Image 53**

Croissance exponentielle du déséquilibre énergétique terrestre (EEI, Earth Energy Imbalance), indiquant la différence entre le rayonnement solaire entrant et le rayonnement sortant de toutes les sources. © Léon Simons

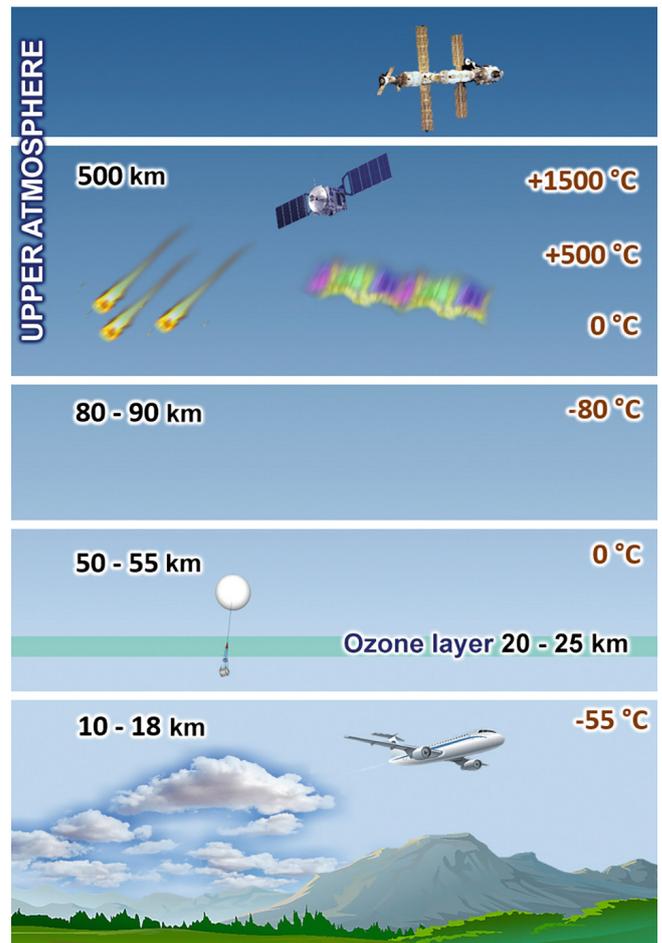
Source des données : NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed4.2 Flux net, 2000/03-2023/05.

<sup>36</sup> Source : <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>

## Changements dans les couches supérieures de l'atmosphère

La thermosphère, l'une des parties les plus élevées de l'atmosphère, a connu une diminution record de sa densité<sup>37</sup>. Depuis 2007, de manière inexplicable pour les scientifiques, la densité de la thermosphère à 400 km d'altitude a diminué de 1,7 à 7,4 % en 10 ans<sup>38</sup>. Ceci est confirmé par les données de plus de 10 000 orbites de satellites traversant la thermosphère. Si la diminution de la densité de la thermosphère ne s'arrête pas, le risque de collision ou de chute de satellites peut devenir très élevé. De plus, la thermosphère modifie considérablement sa densité lors des tempêtes géomagnétiques provoquées par les éruptions solaires. Si la décompression de la thermosphère se poursuit au même rythme, alors en combinaison avec une forte éruption solaire, cela pourrait conduire à la panne complète de tous les réseaux de navigation et par satellite, y compris Internet.

Des changements se sont également produits dans la mésosphère<sup>39</sup> (à des altitudes de 50 à 90 km) et dans la stratosphère (à des altitudes de 18 à 50 km), qui se sont considérablement refroidies au cours des 30 dernières années (images 55-56). La diminution de la température dans l'atmosphère moyenne a été établie à partir d'observations utilisant



**Image 54**

Couches atmosphériques

diverses méthodes<sup>40</sup>. Selon les données des années 1980 à 2018, l'épaisseur de la stratosphère a diminué en moyenne de 400 mètres<sup>41</sup>.

<sup>37</sup> Emmert, JT, Lean, JL et Picone, JM (2010). Densité thermosphérique record lors du minimum solaire de 2008. *Geophysical Research Letters*, 37(12) <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>

<sup>38</sup> Danilov, A.D., Konstantinova, A.V. (2020). Variations à long terme des paramètres de l'atmosphère moyenne et supérieure et de l'ionosphère (révision). *Geomagnetizm i Aeronomija [Geomagnetism and Aeronomy]*, 60 : 397-420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

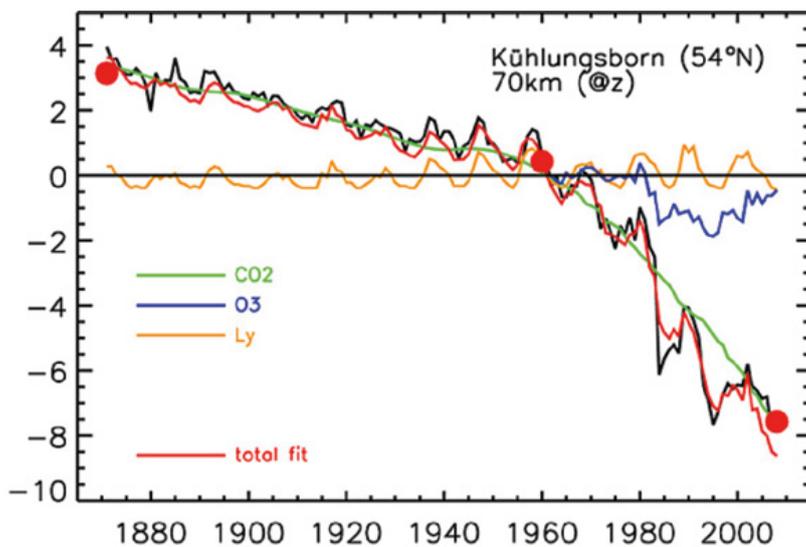
<sup>39</sup> Lübken, F.-J., Berger, U. et Baumgarten, G. (2013). Tendances des températures dans la mésosphère estivale des latitudes moyennes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13 347-13 360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

<sup>40</sup> Danilov, A.D., Konstantinova, A.V. (2020). Variations à long terme des paramètres de l'atmosphère moyenne et supérieure et de l'ionosphère (révision). *Geomagnetizm i Aeronomija [Geomagnetism and Aeronomy]*, 60 : 397-420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

<sup>41</sup> Pisoft, P., Sacha, P., Polvani, LM, Añel, JA, de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Miksovsky, J., Zak, M. et Rieder, HE (2021). Contraction stratosphérique provoquée par l'augmentation des gaz à effet de serre. *Environmental Research Letters*, 16, 064038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>

Simultanément à la diminution de la densité et de la température, une modification de la composition chimique de l'atmosphère a été enregistrée, notamment une diminution de la concentration en oxygène dans la haute atmosphère (thermosphère) jusqu'à 60 %.

À une altitude de 130 km aux latitudes moyennes, la concentration d'O<sub>2</sub> (oxygène moléculaire) a diminué de 2 à 4 fois<sup>42,43</sup>. De plus, une diminution de la concentration d'oxygène atomique dans la haute atmosphère est également observée<sup>44</sup>.



**Image 55**

La température dans la mésosphère a chuté d'environ 5 à 7K aux altitudes barométriques et de 10 à 12 K aux altitudes géométriques.

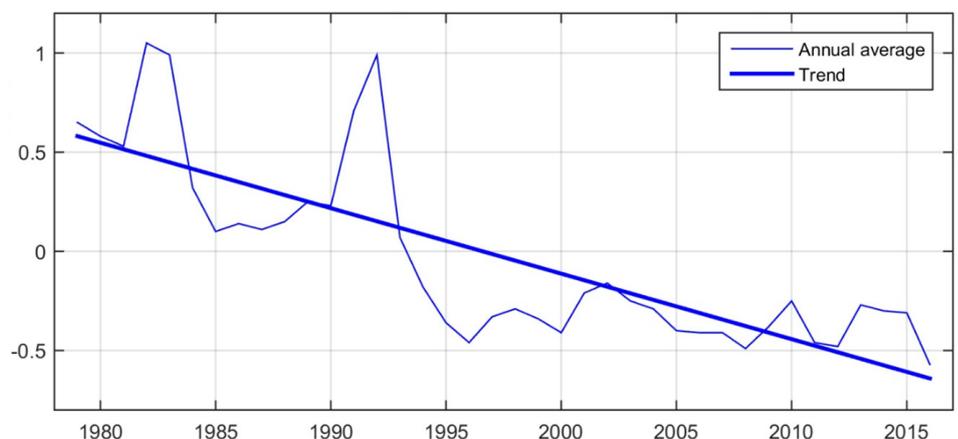
Source : Lübken, F.-J., Berger, U. et Baumgarten, G. (2013). Tendances des températures dans la mésosphère estivale des latitudes moyennes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13 347-13 360.

<https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

#### Anomalies annuelles de température mondiale dans la stratosphère

**Image 56**

Anomalies annuelles moyennes de la température de l'air dans la stratosphère. Anomalies de température de l'Université d'Alabama à Huntsville (par rapport à 1981-2010), obtenues à partir des satellites en orbite polaire de la NOAA et ajustées à l'aide de la méthode de Fu et al. (2004). Source : [www.ncdc.noaa.gov](http://www.ncdc.noaa.gov)



Tous les changements dans la moyenne et la haute atmosphère indiquent des processus de changement global dans le système de la planète Terre.

<sup>42</sup>Givishvili, G.V. & Leshchenko, L.N. (2022). Tendances à long terme de la réponse de la couche E ionosphérique aux éruptions solaires. *Solnechno-Zemnaya Fizika [Solar-Terrestrial Physics]*, 8(1) : 51-57. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>

<sup>43</sup>Givishvili, G.V. et Leshchenko, L.N. (2022). Sur les causes du refroidissement et de la décontamination de la moyenne et de la haute atmosphère. *Izvestiya. RAN. Fizika atmosfery i okeana. [News. Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Ocean Physics]*, 58(5), 601-614. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>

<sup>44</sup>Danilov, A.D et Konstantinova, AV (2014). Réduction de la teneur atomique en oxygène dans la haute atmosphère. *Geomagnetizm i Aeronomija. [Geomagnetism and Aeronomy]*, 54(2), 224-229. <https://doi.org/10.1134/s0016793214020066>

## **PARTIE 2**

# **LES CAUSES DE LA CATASTROPHE MONDIALE**

Une augmentation aussi rapide et soudaine des catastrophes climatiques, atmosphériques et géodynamiques à l'échelle mondiale suggère que, en conjonction avec le facteur anthropique, il existe une énorme quantité d'énergie supplémentaire à l'intérieur de notre planète. Sous la croûte terrestre, il y a un système thermodynamique complexe qui fonctionne depuis des milliards d'années. Grâce à sa stabilité, la vie sur Terre est possible. Cependant, tout changement dans l'une des couches souterraines affecte l'ensemble du système, y compris la couche superficielle, où vivent les humains.

# LA STRUCTURE DE LA TERRE

## L'atmosphère terrestre

### L'exosphère

Cette couche constitue la partie la plus externe de l'atmosphère terrestre. Elle sépare l'atmosphère de la couche suivante.

### La thermosphère

C'est une couche extrêmement chaude avec des températures très élevées car elle absorbe une grande partie du rayonnement solaire.

### La mésosphère

La mésosphère est constituée d'air raréfié contenant une petite quantité d'oxygène et certains autres gaz.

### La stratosphère

C'est une couche avec de l'air froid et lourd en bas et de l'air chaud en haut. La couche d'ozone est située dans la stratosphère. Elle nous protège du rayonnement ultraviolet solaire.

### La troposphère

C'est la couche la plus basse de l'atmosphère terrestre. La plupart des formations nuageuses et des phénomènes météorologiques se produisent dans cette couche.

### L'exosphère

700-10 000 km / 140-6 200 milles

### La thermosphère

80-700 km / 50-440 milles

### La mésosphère

50-80 km / 31-50 milles

### La stratosphère

12-50 km / 7.3-31 milles

### La troposphère

0-12 km / 0-7.5 milles

## La composition de l'intérieur de la Terre

### La lithosphère

C'est la partie externe rigide de la Terre comprenant la croûte et la partie supérieure du manteau.

### L'asthénosphère

C'est une zone extrêmement chaude sous la lithosphère constituée de roches partiellement fondues.

### Le manteau

Le manteau supérieur et le manteau inférieur sont constitués principalement de roches solides.

### Le noyau externe

C'est une couche liquide, principalement constituée de métaux comme le fer et le nickel.

### Le noyau interne

C'est une boule chaude, dense et solide constituée de fer.

### La croûte continentale

30 km / 19 milles

### La croûte océanique

6 km / 4 milles

### La lithosphère (solide)

100 km / 62 milles

### L'asthénosphère (partiellement fondu)

180 km / 112 milles

### Le manteau (pour la plupart solide)

2 900 km / 1 802 milles

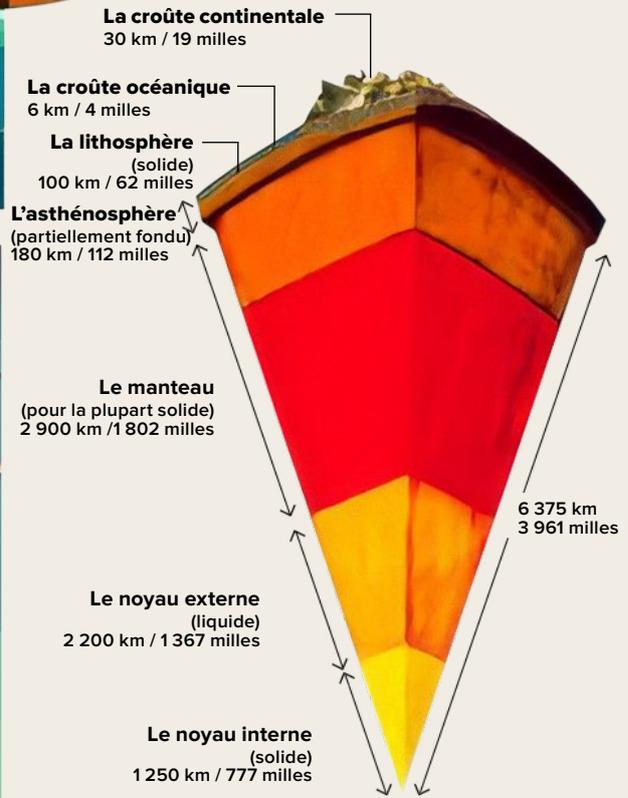
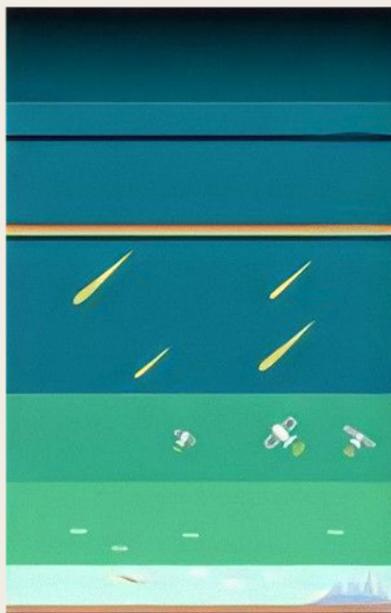
### Le noyau externe (liquide)

2 200 km / 1 367 milles

### Le noyau interne (solide)

1 250 km / 777 milles

6 375 km / 3 961 milles



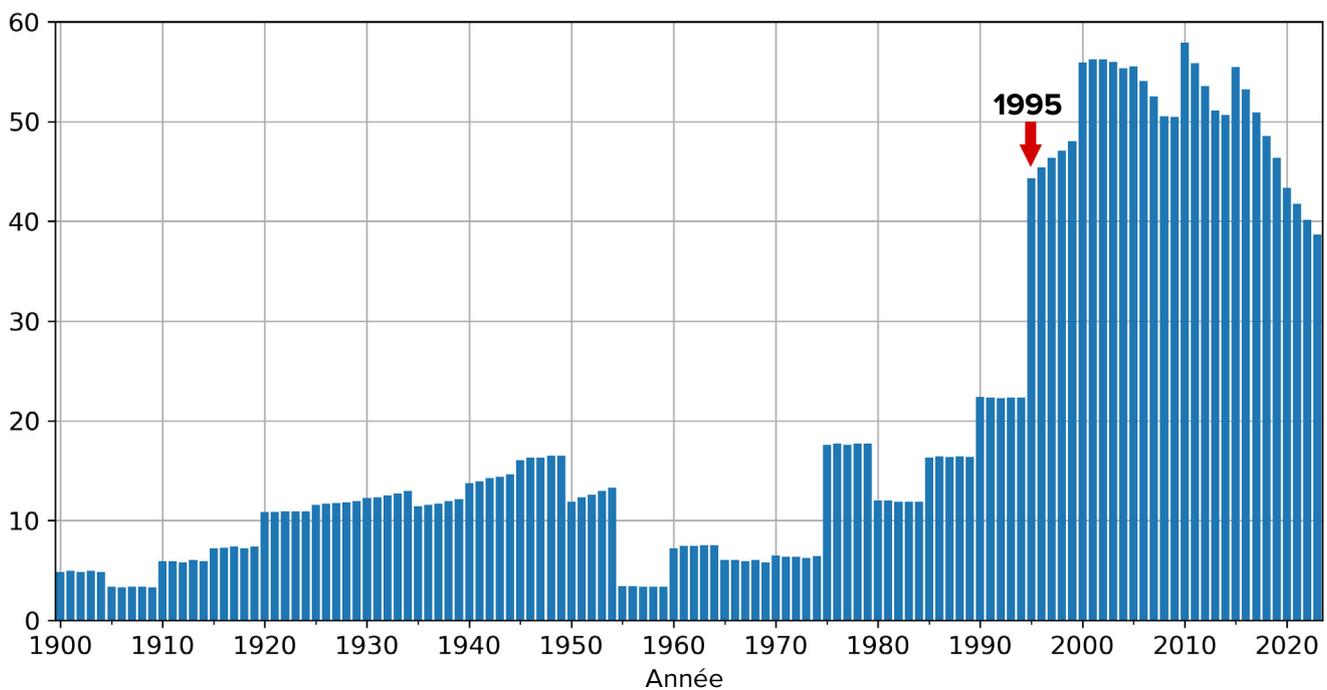
## Les changements à l'échelle planétaire en 1995

Examinons les changements intervenus dans les paramètres géophysiques et géodynamiques de la Terre depuis 1995. Cette année-là, des laboratoires scientifiques du monde entier ont découvert de manière indépendante les uns des autres des anomalies planétaires alarmantes.

Le pôle magnétique nord, qui dérivait auparavant constamment avec une vitesse de 10 km par an, a soudainement augmenté sa

vitesse jusqu'à 55 km et a modifié sa trajectoire en direction de la péninsule de Taïmyr en Sibérie (Images 57-58)<sup>45</sup>. Actuellement, le pôle magnétique nord s'est déplacé de plus d'un millier de kilomètres en direction de la Sibérie. Un mouvement aussi rapide du pôle magnétique n'a pas été enregistré au cours des 10 000 dernières années.<sup>46</sup>

**La vitesse de la dérive du pôle magnétique nord (km/an)**



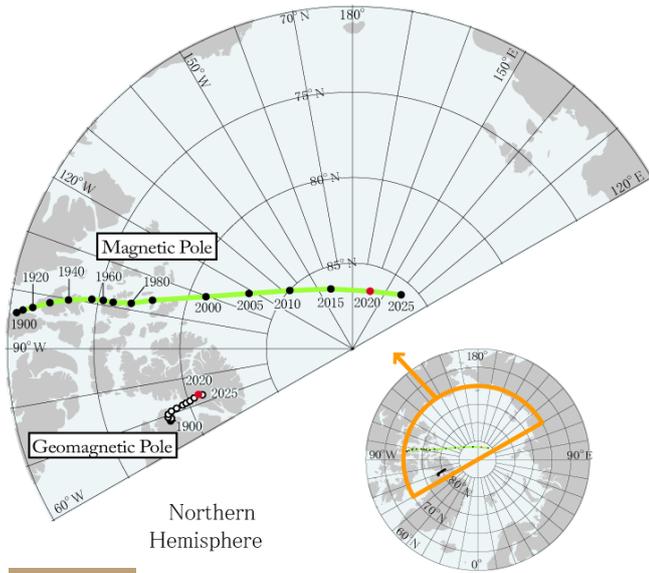
**Image 57**

La vitesse de la dérive du pôle Nord magnétique, km/an.

Données NOAA sur la position du pôle magnétique Nord : <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

<sup>45</sup> Dyachenko, A.I. (2003). Pôles magnétiques de la Terre. Moscou : MCCME. p. 48

<sup>46</sup> Androsova, N.K., Baranova, T.I. et Semykina D.V. (2020). Le passé et le présent géologiques des pôles magnétiques terrestres. SCIENCES DE LA TERRE/ "Colloque-journal", 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388



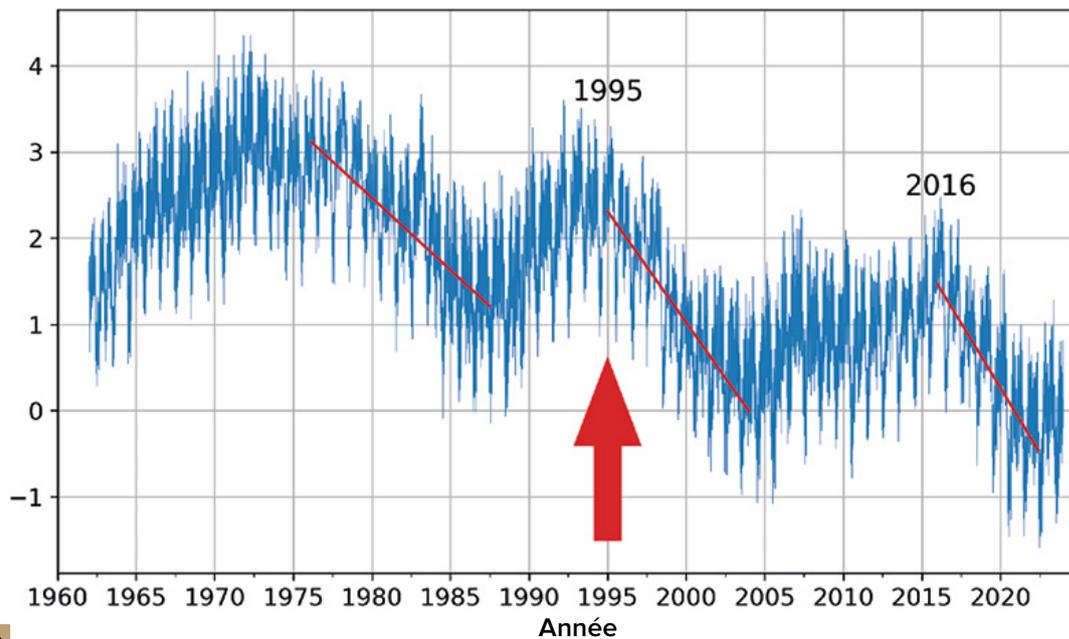
**Image 58**

La localisation des pôles géomagnétiques et des pôles magnétiques basée sur l'IGRF-13 de 1900 à 2015 par tranche de 5 ans et à 2020 (rouge) et 2025 (prédiction). La source : Centre mondial de données sur le géomagnétisme, Kyoto

En 1995, une perturbation de la rotation de la Terre a été enregistrée : la direction de l'axe de rotation de la planète a changé et sa vitesse de déplacement a été multipliée par 17. Selon les recherches, "le point de rupture de la dérive polaire a été enregistré en octobre 1995"<sup>47</sup>.

De plus, alors que les scientifiques avaient constaté un ralentissement de la rotation de la Terre avant 1995, l'accélération de sa rotation a fait un bond brutal en 1995 et 2016, sans précédent dans l'histoire des observations (Figure 59). Selon les données du Centre d'orientation de la Terre de l'Observatoire de Paris, en 1995 et 2016, la durée du jour a commencé à diminuer de plusieurs millisecondes, indiquant que la Terre tournait plus vite que d'habitude. Notez que la durée du jour est définie comme le temps nécessaire à la Terre pour effectuer une rotation autour de son axe.

**Écart dans la durée du jour pour la période de 1962 à 2023**



**Image 59**

L'écart de la durée du jour en millisecondes de 1962 à 2023. Les lignes rouges sur le graphique représentent des lignes de tendance, montrant la vitesse à laquelle les jours raccourcissent. Par exemple, la ligne de gauche est moins raide, tandis que la ligne de droite, celle de l'accélération depuis 2016, est presque verticale, ce qui signifie que les jours raccourcissent de manière significative, ce qui indique une rotation plus rapide de la planète.

La source des données : Centre d'orientation terrestre IERS de l'Observatoire de Paris.

Durée du jour – Paramètres d'orientation de la Terre :

[https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)

<sup>47</sup>Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L. et Bauer-Gottwein, P. (2021). La dérive polaire dans les années 1990 expliquée par les changements dans le stockage de l'eau terrestre. Lettres de recherche géophysique, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>

Ainsi, en 1995, un changement soudain et simultané s'est produit dans trois paramètres géophysiques de la Terre :

- l'accélération de la dérive du pôle magnétique nord
- le changement de direction et d'accélération de la dérive de l'axe de rotation de la Terre
- l'accélération de la rotation de la planète

Chacun de ces paramètres est lié à l'état du noyau terrestre, c'est-à-dire que le champ magnétique est créé par la géodynamo dans le noyau terrestre, et que la vitesse et l'axe de rotation de la planète dépendent du centre de masse de la Terre (noyau interne). On peut en déduire qu'en 1995, des changements importants et anormaux ont commencé dans le noyau terrestre, avec des processus qui nécessitent d'énormes quantités d'énergie.

L'affaiblissement du champ magnétique de la planète qui protège toutes les espèces vivantes

des rayonnements cosmiques et solaires mortels, est également associé à ces modifications du noyau terrestre. Les scientifiques s'inquiètent des changements qui surviennent dans le champ géomagnétique : au cours des 50 dernières années, son intensité a fortement diminué<sup>48</sup>, ce qui signifie qu'il s'affaiblit et, selon les prévisions, cette tendance va se poursuivre (Image 60). Au cours du siècle dernier, l'intensité du champ magnétique a diminué de 10-15 % et ces dernières années, ce processus s'est sensiblement accéléré. De plus, il s'agit de l'affaiblissement le plus important des 12 000 à 13 000 dernières années. L'affaiblissement du champ magnétique se produit de manière inégale sur la planète. Il existe des zones où le champ magnétique s'est affaibli de 30 % : cela se produit dans la partie sud de l'océan Atlantique et en Amérique du Sud, dans la zone appelée « anomalie de l'Atlantique Sud ».

La série chronologique des moments dipolaires et axiaux entre 1900 et 2020

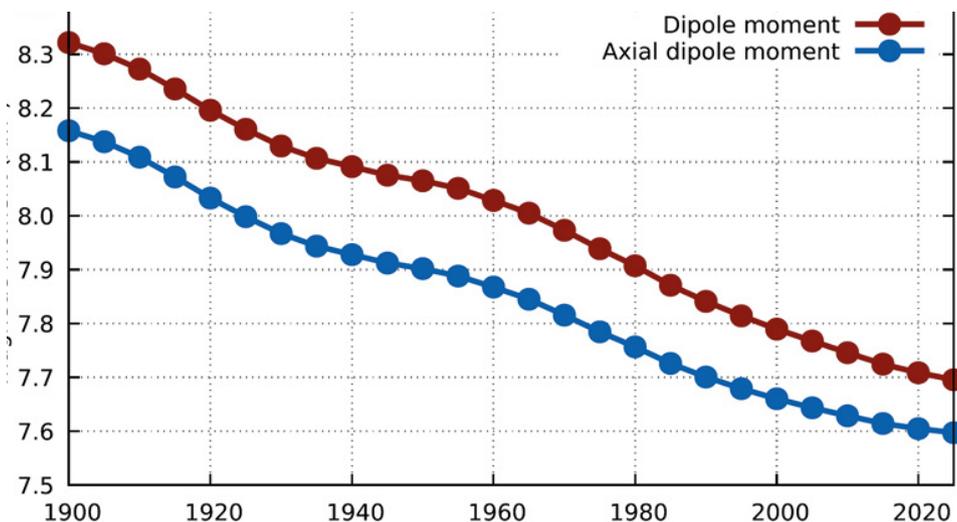


Image 60

L'ampleur du moment magnétique dipolaire terrestre de 1900 à 2020. Le graphique montre comment l'intensité du champ magnétique dipolaire terrestre a diminué depuis 1900 et comment elle devrait encore diminuer. La couleur rouge indique que cette tendance à la baisse s'est poursuivie jusqu'en 2020 et devrait se poursuivre jusqu'en 2025.

Source : Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et coll. (2021). Champ Géomagnétique International de Référence : la treizième génération. Earth Planets Space 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>

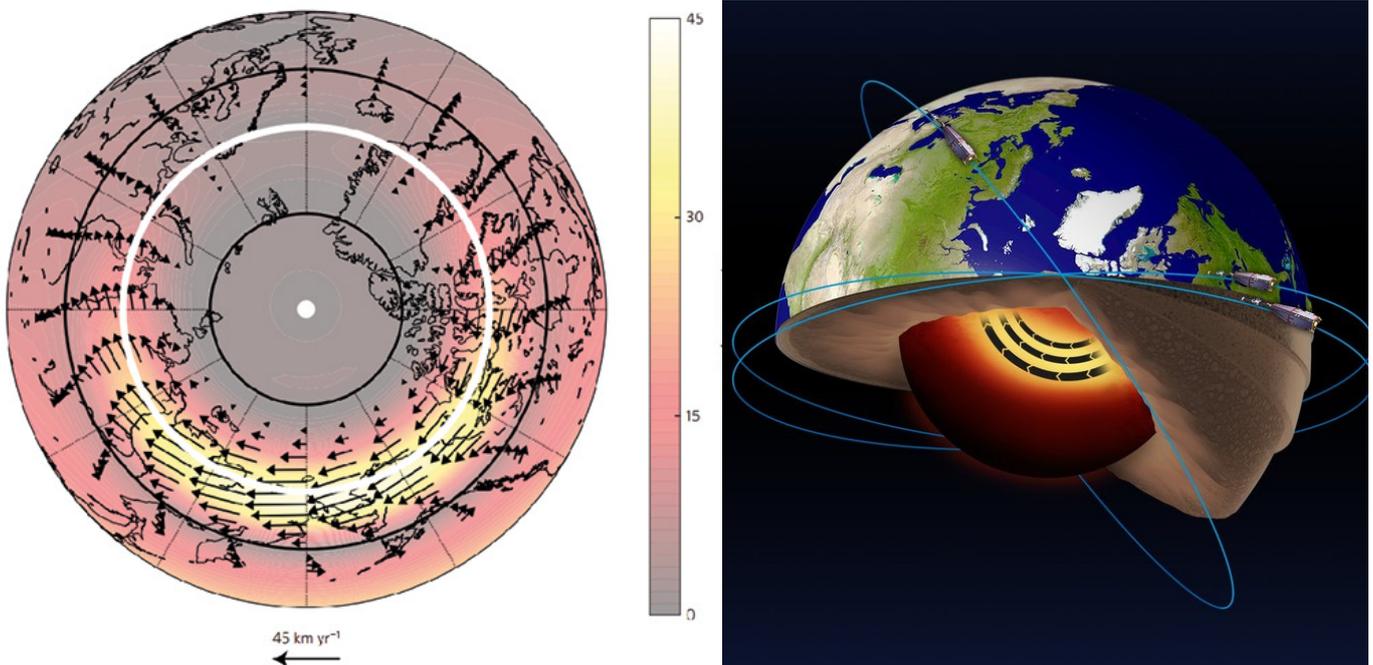
<sup>48</sup> Tarasov, L. V. (2012) Magnétisme terrestre. Manuel scolaire // Dolgoprudny, Maison d'édition Intellect, p. 184

Channell, JET et Vigliotti, L. (2019). Le rôle de l'intensité du champ géomagnétique dans l'évolution du Quaternaire supérieur des humains et des grands mammifères. Revues de géophysique, 57 <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>

Des scientifiques danois sont arrivés à des conclusions similaires après avoir analysé les résultats des observations du champ magnétique terrestre obtenues à partir du satellite danois Oersted. Dans la partie sud de l'océan Atlantique et dans l'Arctique, ils ont trouvé des zones avec une intensité de champ magnétique anormalement faible, qu'ils ont appelées « trous magnétiques ». Les scientifiques estiment que la présence de tels « trous » entraîne des risques pour le fonctionnement des équipements de navigation des satellites, des avions et des navires, des perturbations dans les communications radio, une perte d'orientation des oiseaux migrateurs et bien d'autres problèmes encore plus terribles et imprévisibles, jusqu'à une augmentation des maladies oncologiques, car dans les zones de « trous magnétiques », la Terre et tout ce qui y vit ne sont plus protégés du rayonnement cosmique.

Une manifestation anormale des conséquences de l'affaiblissement du champ magnétique a été observée ces dernières années. Depuis 2023, les aurores boréales rouges sont enregistrées de manière particulièrement active dans des régions inhabituelles de la Terre et même dans des endroits où il n'y en a jamais eu auparavant.

Selon la théorie actuelle, les flux de fer en fusion qui se déplacent autour du noyau solide de la planète seraient responsables de la formation du champ magnétique. En 2013, des scientifiques de l'Université de Leeds ont découvert que tous ces changements dans le champ magnétique commençaient à se produire en raison de l'accélération du flux de fer liquide dans le noyau externe de la Terre<sup>49</sup> (Image 61), qui a probablement commencé en 1995.



**Image 61**

L'analyse des données du satellite ESA Swarm a révélé la présence d'un courant dans la partie fer liquide du noyau terrestre à une profondeur de 3 000 km sous la surface, ainsi que l'accélération de ce courant. Source : ESA

Livermore, P.W., Hollerbach, R. et Finlay, CC (2017). Un courant accéléré à hautes latitudes dans le noyau de la Terre. *Géosciences de la nature*, 10, 62-68.

<https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

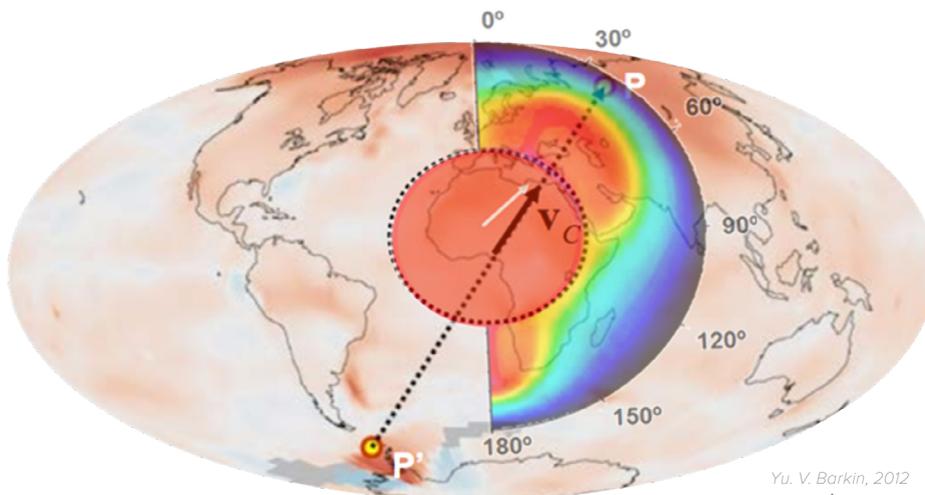
<sup>49</sup>Livermore, P.W., Hollerbach, R. et Finlay, CC (2017). Un courant accéléré à haute latitude dans le noyau de la Terre. *Géosciences de la nature*, 10, 62-68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

## Déplacement du noyau terrestre en 1998

En 1997-1998, en étudiant le centre de masse de la Terre par satellite, les scientifiques ont enregistré un phénomène sans précédent : un saut du noyau interne de la Terre<sup>50</sup>. En conséquence, le noyau de la planète s'est déplacé vers le nord, le long de la ligne allant de l'Antarctique occidentale à la Sibérie occidentale, en direction de la péninsule de Taïmyr, en Russie (Image 62).

En même temps, quatre équipes de recherche différentes ont enregistré indépendamment des changements anormaux dans divers paramètres géophysiques de la Terre qui témoignent de cet événement. Une équipe d'auteurs de l'Université d'État de Moscou et de l'Institut de physique de la Terre de l'Académie des sciences de la Russie a enregistré d'après les données

satellitaires un déplacement du centre de masse de la Terre en 1998<sup>51</sup> (Image 63). Durant la même période, le Service international de rotation de la Terre (IERS) a enregistré une forte accélération de la rotation de la planète (Image 64). Au même moment, à la station Medicina en Italie, les scientifiques ont enregistré un brusque changement de gravité<sup>52</sup> (Image 65). Simultanément, un changement brutal de la forme de la Terre<sup>53</sup> a été observé (Image 66) et enregistré à l'aide d'un système de télémétrie laser provenant de satellites américains. La planète a commencé à s'étendre anormalement dans la zone de l'équateur, alors qu'avant, la tendance était inverse.



**Image 62**

Déplacement du noyau en 1997-1998 et ondes thermiques dans le magma provoquées par le déplacement du noyau. (Barkin, Yu. V.) La carte représente le vecteur de déplacement du noyau interne de l'Antarctique occidentale à la Sibérie occidentale, vers la péninsule de Taimyr. Le schéma est superposé à une carte des anomalies thermiques atmosphériques.

Source : Implications géophysiques des déplacements relatifs et des oscillations du noyau et du manteau terrestre. Présentation de Yu.V. Barkin, Moscou, IFZ, OMTS. 16 septembre 2014.

<sup>50</sup>Barkin, Y.V. (2011). Sinhronnye skachki aktivnosti prirodnykh planetarnykh processov v 1997-1998 gg. i ih edinyj mekhanizm [Sauts synchrones dans l'activité des processus planétaires naturels en 1997-1998 et leur mécanisme unique]. dans *Geologiya morej i okeanov : Materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii po morskoy geologii* [Géologie des mers et des océans : Travaux de la XIX Conférence scientifique internationale sur la géologie marine]. Moscou : GEOS, 5, 28-32

Smolkov, G. Ya. (2018). Exposition du système solaire et de la Terre aux influences extérieures. *Journal international de physique et d'astronomie*, 2(4), 310-321.

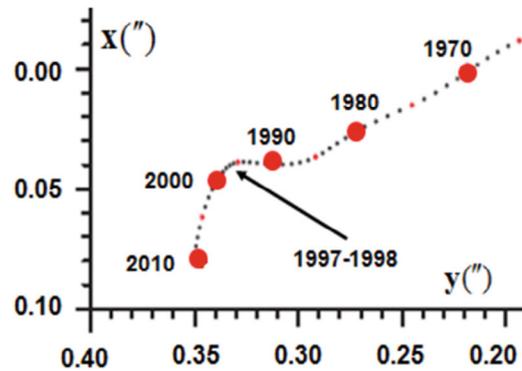
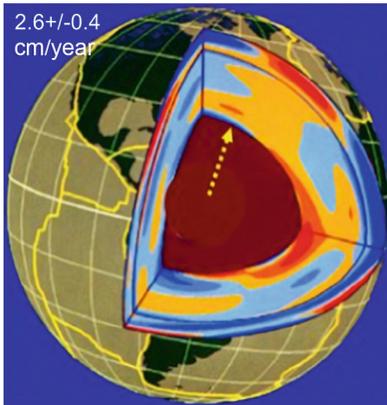
<https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

<sup>51</sup>Zotov L.V., Barkin Y.V. et Lyubushin A.A. (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [Le mouvement du géocentre et sa géodynamique]. En 3ème. conf. Géodynamique spatiale et modélisation des processus géodynamiques globaux, Novossibirsk, 22-26 septembre 2009, Branche sibérienne de l'Académie des sciences de Russie. (p. 98-101). Novossibirsk : Géo.

<sup>52</sup>Romagnoli C., Zerbini S., Lago L., Richter B., Simon D., Domenichini F., Elmi C. et Ghirelli M. (2003). Influence de la consolidation des sols et des effets de dilatation thermique sur les variations de hauteur et de gravité. *Journal de géodynamique*, 35(4-5), 521-539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)

<sup>53</sup>Cox C. et Chao B.F. (2002). Détection d'une redistribution à grande échelle de la masse dans le système terrestre depuis 1998. *Science*, 297(5582), 831-833.

<https://doi.org/10.1126/science.1072188>

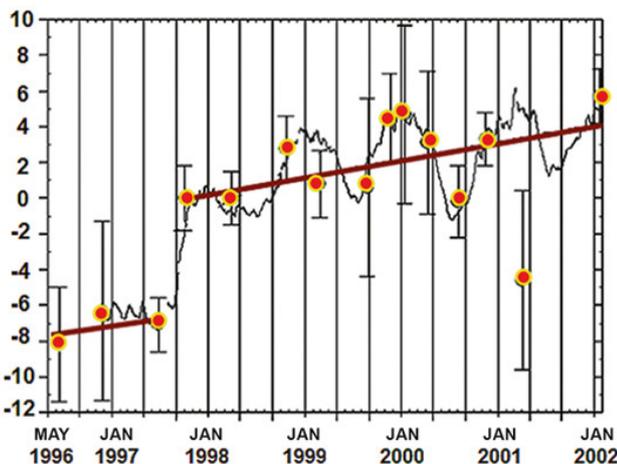
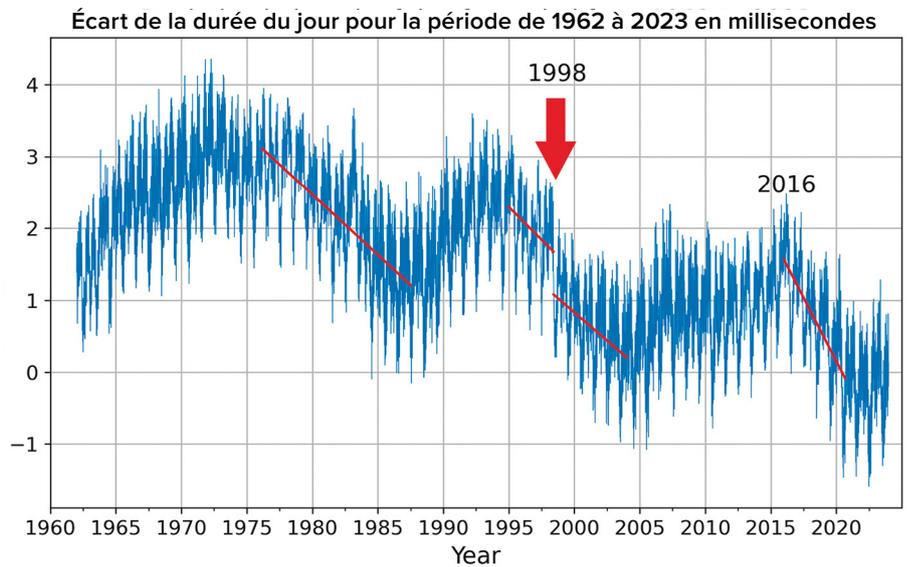


**Image 63**

La structure interne de la Terre ; la direction de la dérive séculaire du centre de masse terrestre et la trajectoire de son pôle sur la surface de la Terre en 1990-2010 avec un virage de près de 90 degrés en 1997-1998 vers la péninsule de Taimyr (Barkin Y.V., Klige R.K., 2012) Source: Smolkov // Recherches heliogéophysiques. Numéro 25, 14 – 29, 2020. <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569> (date de consultation: 01.02.2024)

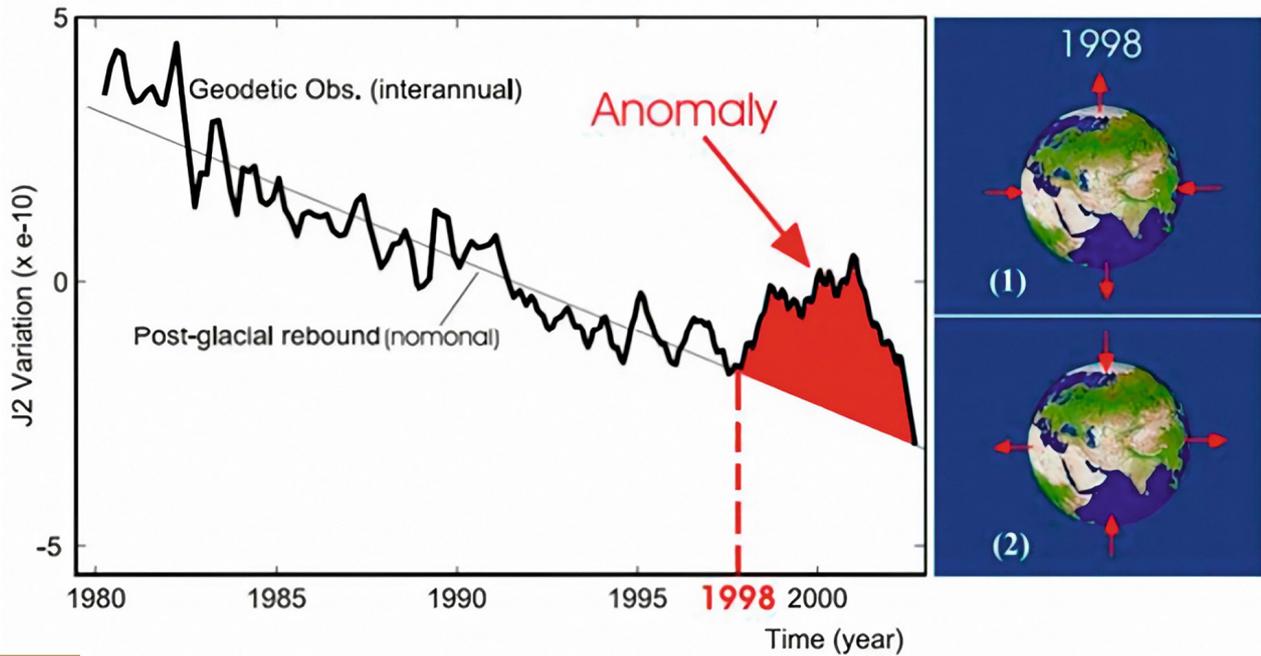
**Image 64**

En 1998, le Service international de rotation de la Terre et des systèmes de référence (IERS) a enregistré une forte accélération de la rotation de la Terre. Source des données : Centre d’Orientation de la Terre, Observatoire de Paris. Durée du jour - Paramètres d’orientation de la Terre : [https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)



**Image 65**

La station gravimétrique de Medicina, en Italie, a enregistré une augmentation soudaine de la gravité terrestre en 1997-1998. Source : Romagnoli C., Zerbini S., Lago L., Richter B., Simon D., Domenichini F., Elmi C. et Ghirotti M. (2003). Influence de la consolidation des sols et des effets de dilatation thermique sur les variations de hauteur et de gravité. Journal de la géodynamique, 35(4-5), 521-539. [https://doi.org/10.1016/s0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/s0264-3707(03)00012-7)



**Image 66**

En 1998, selon les données obtenues par le système télémétrique laser DORIS (Détermination d'Orbite et Radiopositionnement Intégré par Satellite), France, un changement brutal de la forme de la Terre a été observé : elle a augmenté de volume.

Source : Cox C. et Chao BF (2002). Détection d'une redistribution à grande échelle de la masse dans le système terrestre depuis 1998. *Science*, 297(5582), 831-833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>

Selon le docteur en sciences physiques et mathématiques, professeur Yuri Barkin, docteur en sciences techniques, professeur Gennadi Smolkov<sup>54</sup>, docteur en sciences géographiques, professeur Mikhaïl Arushanov<sup>55</sup>, académicien de l'Académie des sciences de la Russie et professeur émérite de l'Université d'État Lomonossov de Moscou, Docteur en sciences géologiques et minéralogiques Victor Khain<sup>56</sup>, et de nombreux autres chercheurs, le déplacement

du noyau a entraîné des modifications dans toutes les enveloppes de la Terre.

Un déplacement considérable du noyau terrestre, de taille comparable à celle de la Lune, soulève la question de la nature et de l'ampleur de l'influence ou des forces susceptibles de provoquer de tels changements dans la structure interne de la planète.

<sup>54</sup> Barkin, Yu. V. & Smolkov, G. Y. (2013). Changements brusques dans les tendances des phénomènes géodynamiques et géophysiques en 1997-1998. La Conf. panrusse sur la physique solaire-terrestre, dédiée au 100e anniversaire de la naissance du membre correspondant de l'Académie des sciences de Russie Stepanov V.E. (16-21 septembre 2013, Irkutsk), Irkutsk, 2013.

<sup>55</sup> Arushanov M.L. (2023). Causes du changement climatique terrestre, résultant de l'impact cosmique, dissipant le mythe du réchauffement climatique anthropique. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4-14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

<sup>56</sup> Khalilov E. (éd.). (2010). Changements globaux de l'environnement : menace pour le progrès de la civilisation. Communiqué et premier rapport IC GCGE GEOCHANGE : Problèmes des changements globaux de l'environnement géologique, 1, Londres, ISSN 2218-5798.

## **Les interconnexions entre les processus géodynamiques et climatiques**

En résumant les faits ci-dessus, on peut affirmer qu'au cours des dernières décennies, les changements anormaux suivants ont commencé à se produire dans diverses enveloppes de la Terre :

### **1. Modification des paramètres géophysiques de la planète**

Accélération anormale de la rotation de la Terre depuis 1995. Déplacement brutal et accélération de la dérive de l'axe de rotation de la planète en 1995.

### **2. Modification des paramètres géomagnétiques du noyau terrestre**

Accélération soudaine de la dérive du pôle nord magnétique en 1995. Diminution de l'intensité du champ magnétique ; augmentation de la zone d'anomalies magnétiques.

### **3. Le noyau**

Accélération de la circulation du fer liquide dans le noyau externe depuis 1995. En 1997-1998, un brusque déplacement du noyau interne le long de la ligne allant de l'Antarctique occidental à la Sibérie occidentale, vers la péninsule de Taimyr.

### **4. Le manteau**

Augmentation drastique des séismes à foyer profond à des profondeurs comprises entre 300 et 750 km depuis 1995.

### **5. La lithosphère**

Augmentation de l'activité sismique depuis 1995 ; émergence de tremblements de terre dans des régions où ils n'avaient jamais été enregistrés auparavant. Activité volcanique et magmatique anormale ; changements dans la composition des laves en éruption. Fonte accélérée des glaciers de bas en haut en raison de l'augmentation de la chaleur venant de l'intérieur, au-dessus des panaches de magma depuis 1995.

### **6. L'océan**

Augmentation sans précédent des températures de surface des océans et de l'évaporation de l'eau des océans.

### **7. L'atmosphère**

Le refroidissement de la stratosphère et de la mésosphère ; l'amincissement de la thermosphère; la diminution des concentrations d'oxygène atomique et moléculaire dans différentes couches de l'atmosphère. L'augmentation des températures mondiales de l'air dans la troposphère. L'augmentation extrême de la puissance et du nombre d'ouragans, d'inondations, d'incendies de forêt, de sécheresses et de tornades.

Ce rapport présente un modèle illustrant l'interaction entre les processus géodynamiques et climatiques. Le modèle a été développé pour élucider la perturbation simultanée de l'équilibre dans toutes les couches de la Terre et l'émergence d'anomalies dans la géodynamique de la planète. Ce phénomène s'accompagne d'une fréquence accrue d'événements climatiques extrêmes à la surface de la Terre. Un aspect essentiel du modèle souligne le lien entre ces processus et la menace posée par les activités anthropiques.

Apparemment, le noyau connaît actuellement un déséquilibre et un réchauffement, ce qui s'est manifesté par une accélération de la circulation de fer liquide dans le noyau externe en 1995 et un déplacement du noyau interne en 1998. C'est justement à cause de cette accélération de la circulation de fer liquide dans le noyau externe que le pôle nord magnétique a brusquement commencé à se déplacer.

Selon l'hypothèse, le déplacement du noyau provoquerait une accélération de la rotation de la planète ; sa force centrifuge et sa déformation le long de l'équateur augmentent. En raison de l'augmentation de la force centrifuge, le magma commence à monter brusquement dans le manteau vers la surface de la Terre, érodant et réchauffant la lithosphère de l'intérieur plus que d'habitude. La croûte océanique étant plus fine ; par conséquent, elle est plus sensible à la pression de la montée du magma. Vraisemblablement, le magma pénètre partout,

sur toute la surface du fond océanique. La contenance thermique des eaux océaniques augmente et des zones anormales avec une température d'eau plus élevée y apparaissent. Vraisemblablement, c'est la montée du magma qui entraîne une augmentation du flux géothermique depuis l'intérieur de la planète et une montée des panaches de magma sous les glaciers de l'Antarctique occidental et du centre du Groenland, accélérant la fonte des glaciers de bas en haut, en conjonction avec des éruptions des gaz à effet de serre. La température des eaux souterraines augmente en Sibérie occidentale et dans d'autres régions où la croûte terrestre est mince. Il est évident que la montée du magma provoque l'activation des processus volcaniques, sismiques et tectoniques, et qu'elle augmente probablement également la fréquence et l'ampleur des événements climatiques catastrophiques tels que des précipitations anormales, une fréquence accrue des ouragans, des inondations et des incendies de forêt. Selon le modèle, en raison des changements dans le noyau, le champ magnétique s'affaiblit intensément, ce qui provoque des changements dans les couches supérieures de l'atmosphère, sa raréfaction et son refroidissement, ainsi qu'une diminution de la concentration d'oxygène en raison d'une pénétration plus intense du vent solaire. Ces facteurs, à leur tour, se manifestent probablement par des aurores anormales et atypiques.

---

## Changements sur d'autres planètes du système solaire

Selon les observations, sur d'autres planètes du système solaire, même sur les planètes "mortes", les mêmes processus ont commencé à se produire dans leur intérieur de manière synchrone avec la Terre : on a pu observer l'émergence d'une activité volcanique, d'une activité sismique ainsi que d'anomalies magnétiques. Selon l'hypothèse décrite dans ce rapport, cela ne peut se produire que dans le cas de changements similaires dans les noyaux des planètes du système solaire, tout comme cela se produit sur la Terre.

Comme indiqué précédemment, des volumes colossaux d'énergie supplémentaire sont nécessaires pour modifier la position du

noyau interne et accélérer le flux de fer dans le noyau externe. Cette énergie a probablement commencé à pénétrer dans le système terrestre en quantités significatives en 1995. Ainsi, des changements synchrones sur d'autres planètes du système solaire suggèrent qu'il existe une certaine influence cosmique externe affectant le noyau des planètes.

Les images infographiques ci-dessous montrent les changements synchrones survenus sur les planètes du système solaire et leurs satellites au cours des dernières décennies. Des liens vers des sources scientifiques pertinentes sont fournis pour confirmer et compléter ces informations.



### MERCURE

**2011-2015** 19 CHANGEMENTS DE SURFACE SUR MERCURE DUS À L'ACTIVITÉ ENDOGÈNE  
[DOI: 10.1029/2022GL100783](https://doi.org/10.1029/2022GL100783)



### VÉNUS

**2006-2012** INTENSIFICATION DES VENTS  
[DOI: 10.1016/j.icarus.2013.05.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.05.018)

**2006-2009** DÉCOUVERTE DE POINTS CHAUDS MAGMATIQUES  
[DOI: 10.1126/science.1186785](https://doi.org/10.1126/science.1186785)

**2012-2018** L'ACTIVITÉ VOLCANIQUE AUGMENTE  
[DOI: 10.1051/0004-6361/201833511](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833511)

**2020** DES RECHERCHES MENÉES EN 2020 ONT CONFIRMÉ QUE VÉNUS EST ACTUELLEMENT ACTIVE SUR LE PLAN VOLCANIQUE

[DOI: 10.1126/sciadv.aax7445](https://doi.org/10.1126/sciadv.aax7445)

[DOI: 10.3847/PSJ/ab8faf](https://doi.org/10.3847/PSJ/ab8faf)

[DOI: 10.1038/s41550-020-1174-4](https://doi.org/10.1038/s41550-020-1174-4)



## TERRE

- 1995** DÉRIVE ACCÉLÉRÉE DU PÔLE NORD  
MAGNÉTIQUE DE LA TERRE  
[DOI: 10.19080/IJESNR.2022.29.556271](https://doi.org/10.19080/IJESNR.2022.29.556271)
- DEPUIS 1995** L'ACTIVITÉ DES OURAGANS DANS L'ATLANTIQUE  
A AUGMENTÉ DE MANIÈRE SIGNIFICATIVE  
[DOI: 10.1038/nature06422](https://doi.org/10.1038/nature06422)
- 1997** (28 FÉVRIER, M7, ET 10 MAI, M6) : LES TREMBLEMENTS  
DE TERRE EN IRAN ONT FAIT PLUS DE 2 600 MORTS
- 1998** (4 FÉVRIER ET 30 MAI) TREMBLEMENTS DE TERRE EN  
AFGHANISTAN - PLUS DE 7 000 MORTS
- 1998** LES INONDATIONS LES PLUS GRAVES DE L'HISTOIRE  
DU BANGLADESH - 65 % DU TERRITOIRE DU PAYS EST  
INONDÉ
- 1998** GLISSEMENT DE TERRAIN À MALPA, INDE
- 26 MAI 1998** VAGUE DE CHALEUR EXTRÊME ATTEIGNANT 50°C EN INDE
- 30 MAI 1998** TREMBLEMENT DE TERRE DE MAGNITUDE 7 EN AFGHANISTAN
- 17 JUILLET  
1998** TREMBLEMENT DE TERRE DE MAGNITUDE 7 ET TSUNAMI DE  
15 MÈTRES EN PAPOUASIE-NOUVELLE-GUINÉE  
<https://pubs.usgs.gov/publication/70022643>
- JUILLET 1998** DE FORTES PLUIES EN CHINE DÉTRUISENT 2,9  
MILLIONS D'HABITATIONS ET DÉVASTENT PLUS  
DE 9 MILLIONS D'HECTARES DE CULTURES  
[https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/  
content/-/asset\\_publisher/zaop2IUloYKv/content/flood-yangtze-china-ju-  
ly-1998/](https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset_publisher/zaop2IUloYKv/content/flood-yangtze-china-july-1998/)
- 1997-1998** DÉPLACEMENT DU NOYAU DE LA PLANÈTE  
*Zotov L.V., Barkin Yu.V., Lyubushin A.A. (2009)*
- 1998** CHANGEMENT DE L'APLATISSEMENT DYNAMIQUE  
DE LA TERRE (COEFFICIENT J2)  
[DOI: 10.1126/science.1072188](https://doi.org/10.1126/science.1072188)
- 2004** TSUNAMI EN INDONÉSIE  
[DOI:10.1785/gssrl.76.3.312](https://doi.org/10.1785/gssrl.76.3.312) et [DOI:10.1186/s40562-014-0015-7](https://doi.org/10.1186/s40562-014-0015-7)
- 2005** SAISON DES OURAGANS AVEC L'INDICE LE PLUS  
ÉLEVÉ D'ÉNERGIE CYCLONIQUE ACCUMULÉE (ACE)  
[DOI:10.1175/2007MWR2074.1](https://doi.org/10.1175/2007MWR2074.1)
- 2005** L'OURAGAN KATRINA  
[DOI:10.1257/jep.22.4.135](https://doi.org/10.1257/jep.22.4.135)



## TERRE

- 2008 **TREMBLEMENT DE TERRE EN CHINE**  
[DOI:10.19044/esj.2023.v19n13p49](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n13p49)
- 2010 **TREMBLEMENT DE TERRE EN HAÏTI**  
[DOI:10.1029/2011GL049799](https://doi.org/10.1029/2011GL049799)
- 2011 **TREMBLEMENT DE TERRE AU JAPON. UN CHANGEMENT DE GRAVITÉ COSISMIQUE A ÉTÉ DÉTECTÉ LE LONG DE LA CÔTE EST DU JAPON**  
[DOI:10.1016/j.geog.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2015.10.002)
- 1979-2017 **INTENSIFICATION DE L'ACTIVITÉ DES OURAGANS**  
[DOI:10.1073/pnas.1920849117](https://doi.org/10.1073/pnas.1920849117)
- 2012-2017 **ANOMALIES DANS LA VITESSE DE ROTATION DE LA TERRE, EN CORRÉLATION AVEC DE FORTS TREMBLEMENTS DE TERRE**  
[DOI:10.1016/j.geog.2019.06.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2019.06.002)
- 2020 **LA SAISON DES OURAGANS LA PLUS ACTIVE JAMAIS ENREGISTRÉE DANS L'ATLANTIQUE NORD (EN TERMES DE QUANTITÉ)**  
[DOI:10.3390/atmos13121945](https://doi.org/10.3390/atmos13121945)
- 2016-2023 **ACCÉLÉRATION DE LA ROTATION DE LA TERRE**  
[datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)
- 2021-2022 **COMPOSITION CHIMIQUE ET PROPRIÉTÉS ANORMALES DE LA LAVE. ELLE PROVIENT DE GRANDES PROFONDEURS. DES ÉRUPTIONS ANORMALEMENT RAPIDES**  
[DOI:10.1038/s41586-022-04981-x](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x) [DOI:10.1029/2023GL102763](https://doi.org/10.1029/2023GL102763)  
[DOI:10.1038/s41467-022-30905-4](https://doi.org/10.1038/s41467-022-30905-4)



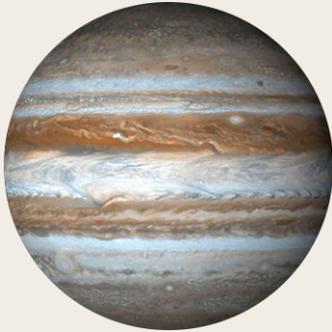
## LUNE

- 1997-1998 **DÉPLACEMENT DU NOYAU LUNAIRE**  
[DOI:10.18698/2308-6033-2014-10-1335](https://doi.org/10.18698/2308-6033-2014-10-1335)
- 2022 **UNE ANOMALIE THERMIQUE EST DÉTECTÉE DANS LA RÉGION DE COMPTON-BELKOVICH**  
[DOI:10.1038/s41586-023-06183-5](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06183-5)
- 2023 **ANOMALIE THERMIQUE DU SOL LUNAIRE AU PÔLE SUD**  
[isro.gov.in/Ch3\\_first\\_observation\\_ChaSTE\\_Vikram\\_Lander.html](https://isro.gov.in/Ch3_first_observation_ChaSTE_Vikram_Lander.html)
- 26 AOÛT 2023 **SÉISME LUNAIRE DÉTECTÉ**  
[https://www.isro.gov.in/Ch3\\_ILSA\\_Listens\\_Landing\\_Site.html](https://www.isro.gov.in/Ch3_ILSA_Listens_Landing_Site.html)



# MARS

- 2003-2006 **DES ÉMISSIONS ACTIVES DE MÉTHANE ONT ÉTÉ DÉTECTÉES À L'INTÉRIEUR DE MARS**  
[DOI:10.1126/science.1165243](https://doi.org/10.1126/science.1165243)
- 2014-2020 **DES ÉMISSIONS ACTIVES DE MÉTHANE ONT ÉTÉ DÉTECTÉES À L'INTÉRIEUR DE MARS**  
[DOI:10.1029/2021EA001915](https://doi.org/10.1029/2021EA001915)
- 2004 **UN NOUVEAU TYPE D'AURORE MARTIENNE A ÉTÉ OBSERVÉ POUR LA PREMIÈRE FOIS DANS L'HÉMISPHERE SUD**  
[DOI:10.1038/nature03603](https://doi.org/10.1038/nature03603)
- 2005 **RÉTRÉCISSEMENT SOUDAIN DE LA CALOTTE POLAIRE SUD**  
[DOI:10.1007/978-1-4614-4608-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4608-8_10)
- 2014-2021 **278 AURORES POLAIRES DISCRÈTES ONT ÉTÉ ENREGISTRÉES SUR MARS**  
[DOI:10.1029/2021JA029495](https://doi.org/10.1029/2021JA029495)
- 2015 **DÉCOUVERTE D'AURORES À PROTONS**  
[DOI:10.1038/s41550-018-0538-5](https://doi.org/10.1038/s41550-018-0538-5)
- 2018 **DE L'EAU LIQUIDE SOUS LA CALOTTE GLACIAIRE DU PÔLE SUD**  
[DOI:10.1029/2018GL080985](https://doi.org/10.1029/2018GL080985)
- 2019-2021 **PLUS DE 1 300 TREMBLEMENTS DE TERRE SE SONT PRODUITS**  
[DOI:10.1029/2022JE007503](https://doi.org/10.1029/2022JE007503)
- 2019-2020 **TREMBLEMENTS DE TERRE RÉPÉTITIFS À BASSE FRÉQUENCE LIÉS À L'ACTIVITÉ VOLCANIQUE SOUS CERBERUS FOSSAE**  
[DOI:10.1038/s41467-022-29329-x](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x)
- 2022 **PREUVES GÉOPHYSIQUES D'UN PANACHE MANTELLIQUE GÉANT SOUS ELYSIUM PLANITIA**  
[DOI:10.1038/s41550-022-01836-3](https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3)
- 4 MAI 2022 **LE PLUS GRAND SÉISME DE TYPE M4.7 DÉTECTÉ**  
[DOI:10.1029/2023GL103619](https://doi.org/10.1029/2023GL103619)
- 2022 **LES AURORES POLAIRES COUVRENT LA MOITIÉ DE LA PLANÈTE**  
[twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704](https://twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704)



# JUPITER

**1992-1996, 2005-2007** UNE ANOMALIE MAGNÉTIQUE S'EST INTENSIFIÉE DANS L'HÉMISPHERE NORD DE JUPITER

[DOI:10.1029/2008JA013185](https://doi.org/10.1029/2008JA013185)

**2000-2001** LA CHALEUR INTERNE DE JUPITER A AUGMENTÉ DE 37% DEPUIS 1980, DATE À LAQUELLE LES RECHERCHES DE VOYAGER ONT ÉTÉ EFFECTUÉES. ET CETTE CHALEUR INTERNE EST SUPÉRIEURE À L'ÉNERGIE REÇUE DU SOLEIL

[DOI:10.1038/s41467-018-06107-2](https://doi.org/10.1038/s41467-018-06107-2)

**2005-2006** POUR LA PREMIÈRE FOIS, UNE AUTRE TACHE ROUGE PUISSANTE S'EST FORMÉE : JUNIOR

[DOI:10.1088/0004-6256/135/6/2446](https://doi.org/10.1088/0004-6256/135/6/2446)

**2009-2020** LA VITESSE DES VENTS À L'INTÉRIEUR DE LA GRANDE TACHE ROUGE A AUGMENTÉ DE 8 %

[DOI:10.1029/2021GL093982](https://doi.org/10.1029/2021GL093982)

**2012** LE RÉCHAUFFEMENT ANORMAL DE LA HAUTE ATMOSPHERE DE JUPITER AU-DESSUS DE LA GRANDE TACHE ROUGE EST PROVOQUÉ PAR LE BAS

[DOI:10.1038/nature18940](https://doi.org/10.1038/nature18940)

**2016-2020** DES ÉCLAIRS ANORMAUX ONT ÉTÉ ENREGISTRÉS DANS LES COUCHES SUPÉRIEURES DE L'ATMOSPHERE

[DOI:10.1029/2020JE006659](https://doi.org/10.1029/2020JE006659)

**2017** DÉTECTION D'UN FORT JET ÉQUATORIAL

[DOI:10.1051/0004-6361/202141523](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141523)

**2017** LE CHAMP MAGNÉTIQUE DE JUPITER A SUBI DES CHANGEMENTS GLOBAUX PAR RAPPORT AUX ANNÉES 1980, EN PARTICULIER DANS LA RÉGION DE LA GRANDE TACHE BLEUE

[DOI:10.1038/s41550-019-0772-5](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0772-5)

**2019** UN NOUVEL OURAGAN EST APPARU AU PÔLE SUD, ALORS QU'IL N'Y A TOUJOURS EU QUE 5 OURAGANS À CET ENDROIT

[nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-enable-jupiter-cyclone-discovery](https://nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-enable-jupiter-cyclone-discovery)

**2022** UN JET ATMOSPHERIQUE ÉQUATORIAL ÉTROIT DÉTECTÉ AVEC UNE VITESSE DE VENT DE PRÈS DE 515 KM/H

[DOI:10.1038/s41550-023-02099-2](https://doi.org/10.1038/s41550-023-02099-2)



## IO

**NEGLI ANNI  
2000**

**LE CYCLE D'ÉRUPTION DU PLUS GRAND VOLCAN D'IO, LOKI, A ÉTÉ PERTURBÉ ET LES ÉRUPTIONS ONT COMMENCÉ À ÊTRE PLUS FRÉQUENTES**

[EPSC Abstracts Vol. 13, EPSC-DPS2019-769-1, 2019](#)

**2003-2005**

**ÉRUPTIONS DE 4 NOUVEAUX JEUNES VOLCANS**

[DOI:10.1016/j.icarus.2015.12.054](#)

**2000, 2006,  
2007**

**ÉRUPTIONS MAJEURES DU VOLCAN TVASHTAR**

[DOI:0.1126/science.1147621](#)

**2013-2018**

**DE NOUVEAUX POINTS CHAUDS ET ÉRUPTIONS UNIQUES ONT ÉTÉ DÉCOUVERTS**

[DOI:10.3847/1538-3881/ab2380](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.006](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.016](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2016.06.019](#)

**2016-2022**

**SEPT NOUVEAUX ÉVÉNEMENTS VOLCANIQUES TRÈS ÉNERGÉTIQUES DÉCOUVERTS**

[DOI:10.3847/PSJ/acf57e](#)

**2022**

**PUISSANTES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES**

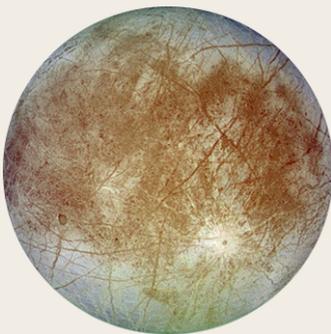
[DOI:10.1029/2023JE007872](#)

**2022**

**DÉCOUVERTE D'UN OCÉAN DE MAGMA SOUTERRAIN**

[DOI:10.3847/PSJ/ac9cd1](#)

## EUROPE



**1997**

**PREMIÈRE PREUVE DE L'ÉMERGENCE D'UN PANACHE DÛ AU RÉCHAUFFEMENT DE L'EAU**

[DOI:10.1038/s41550-018-0450-z](#)

**2016-2017**

**DÉCOUVERTE DE LA VAPEUR D'EAU AU-DESSUS DE LA SURFACE**

[DOI:10.1038/s41550-019-0933-6](#)

**2018**

**ANOMALIES THERMIQUES DE SURFACE DÉTECTÉES GRÂCE AUX OBSERVATIONS DE L'ALMA**

[DOI:10.3847/1538-3881/aada87](#)

**2022**

**DIOXYDE DE CARBONE ENDOGÈNE DÉTECTÉ SUR L'EUROPE**

[DOI:10.1126/science.adg4270](#)



## SATURNE

**2004-2006** TEMPÊTES DE FOUDRE OBSERVÉES

[DOI:10.1016/j.icarus.2007.03.035](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2007.03.035)

**2004**

DÉCOUVERTE D'UN « POINT CHAUD » AU PÔLE SUD DE SATURNE

[DOI:10.1126/science.1105730](https://doi.org/10.1126/science.1105730)

**2006**

LARGE ZONE D'AURORES

[science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora](https://science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora)

**2007-2010**

UNE CHAÎNE DE 23-26 CYCLONES

[DOI:10.1016/j.icarus.2013.10.032](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.032)

**2010**

UNE GRANDE TEMPÊTE BLANCHE EN CERCLANT LA PLANÈTE S'EST PRODUITE. LES CONSÉQUENCES SE SONT MANIFESTÉES EN L'ESPACE DE 3 ANS

[DOI:10.1016/j.icarus.2012.12.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.12.013)

[DOI:10.1038/s41550-017-0271-5](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0271-5)

**2011**

L'ORIGINE ET L'ÉVOLUTION D'UN TOURBILLON STRATOSPHERIQUE

[DOI:10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)

**2018**

UN NOUVEAU TYPE DE TEMPÊTE INTERMÉDIAIRE

[DOI:10.1038/s41550-019-0914-9](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0914-9)

**2020**

UNE TEMPÊTE CONVECTIVE POUR LA PREMIÈRE FOIS PRÈS DES LATITUDES POLAIRES, ET UN NOUVEL ÉPISODE DE TEMPÊTES CETTE ANNÉE

[DOI:10.1029/2021GL092461](https://doi.org/10.1029/2021GL092461)



## URANUS

**1999, 2004, 2005, 2011**

DÉTECTION DES CARACTÉRISTIQUES DES NUAGES BRILLANTS

[DOI:10.1016/j.icarus.2004.11.016](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2004.11.016)

[DOI:10.1016/j.icarus.2012.04.009](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.04.009)

**2014**

ACTIVITÉ RECORD DES TEMPÊTES

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.12.037](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.12.037)

**2014**

TEMPÉRATURE ATMOSPHERIQUE MAXIMALE POUR LES OBSERVATIONS INDIVIDUELLES

[DOI:10.1098/rsta.2018.0408](https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0408)

**2014**

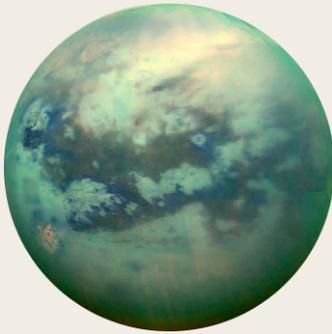
LE NOMBRE DE NUAGES EST NETTEMENT SUPÉRIEUR À CELUI DES ANNÉES PRÉCÉDENTES

[DOI:10.1016/j.icarus.2015.05.029](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2015.05.029)

**2021, 2022**

INTENSIFICATION DU CYCLONE POLAIRE NORD

[DOI:10.1029/2023GL102872](https://doi.org/10.1029/2023GL102872)



## TITAN

1995, 2004,  
2008

**ÉRUPTION SOUDAINE DE NUAGES - ACTIVITÉ ORAGEUSE**

[DOI:10.1038/26920](https://doi.org/10.1038/26920) [DOI:10.1038/nature08193](https://doi.org/10.1038/nature08193)

[DOI:10.1016/j.icarus.2005.12.021](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2005.12.021)

2009

**OBSERVATION DES TEMPÊTES DE POUSSIÈRE**

[DOI:10.1038/s41561-018-0233-2](https://doi.org/10.1038/s41561-018-0233-2)

2009

**FORMATION D'UN VORTEX POLAIRE QUI, EN 2010-2011, A PRODUIT UN POINT CHAUD MÉSOSPHERIQUE ET PROVOQUÉ UN REFROIDISSEMENT EXTRÊME DE LA MÉSOPHÈRE**

[DOI:10.1038/s41467-017-01839-z](https://doi.org/10.1038/s41467-017-01839-z)

2010

**TEMPÊTE ARROW PRÈS DE L'ÉQUATEUR**

[DOI:10.1038/ngeo1219](https://doi.org/10.1038/ngeo1219)

2012

**DES PREUVES D'UN VOLCANISME QUI POURRAIT ÊTRE EN TRAIN DE SE PRODUIRE MAINTENANT**

[DOI:10.1029/2019JE006036](https://doi.org/10.1029/2019JE006036)

2016

**LE PREMIER ÉVÉNEMENT PLUVIEUX DOCUMENTÉ (PLUIE DE MÉTHANE), COUVRANT UNE ZONE DE 120 000 KM<sup>2</sup>**

[DOI:10.1029/2018GL080943](https://doi.org/10.1029/2018GL080943)



## ENCELADE

2005

**DÉCOUVERTE D'UN POINT CHAUD POLAIRE SUD**

[DOI:10.1126/science.1121661](https://doi.org/10.1126/science.1121661)

2005

**DÉCOUVERTE D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION ET DE TRANSPORT DE CHALEUR SOUS LE PÔLE SUD**

[DOI:10.1038/s41550-017-0063](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0063)

2022

**L'ANALYSE DU FLUX THERMIQUE D'ENCELADE RÉVÈLE UNE ORIGINE ENDOGÈNE DE LA CHALEUR**

[DOI:10.5194/epsc2022-219](https://doi.org/10.5194/epsc2022-219)

2023

**L'ÉQUIPE DU TÉLESCOPE WEBB DE LA NASA OBSERVE UN NOUVEAU PANACHE DE GRANDE TAILLE S'ÉTENDANT SUR PLUS DE 6 000 MILES**

[nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus](https://nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus)



## NEPTUNE

**2015** DÉCOUVERTE D'UN NOUVEAU TOURBILLON SOMBRE, OBSERVÉ JUSQU'EN 2017

[DOI:10.3847/1538-3881/aaa6d6](https://doi.org/10.3847/1538-3881/aaa6d6)

**2017** FORMATION D'UNE TEMPÊTE ÉQUATORIALE

[DOI:10.1016/j.icarus.2018.11.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.11.018)

**2018** FORMATION D'UNE NOUVELLE GRANDE TACHE

[DOI:10.1029/2019GL081961](https://doi.org/10.1029/2019GL081961)

**2018-2020** PIC DE TEMPÉRATURE ANORMAL, RÉCHAUFFEMENT SPECTACULAIRE DU PÔLE SUD

[DOI:10.3847/PSJ/ac5aa4](https://doi.org/10.3847/PSJ/ac5aa4)



## PLUTON

**2002** LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE A DOUBLÉ DEPUIS 1988

[DOI:10.1038/nature01762](https://doi.org/10.1038/nature01762)

**2015** CO ET HCN DÉTECTÉS DANS L'ATMOSPHÈRE

[DOI:10.1016/j.icarus.2016.10.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2016.10.013)

**2015** LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE A ATTEINT SON MAXIMUM, PUIS A LÉGÈREMENT DIMINUÉ, ET EN 2020, ELLE ÉTAIT PRESQUE ÉQUIVALENTE AUX NIVEAUX OBSERVÉS EN 2015

[DOI:10.1051/0004-6361/202141718](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141718)

**2015** DE NOMBREUSES CARACTÉRISTIQUES CRYOVOLCANIQUES ONT ÉTÉ DÉCOUVERTES À LA SURFACE

[DOI:10.1038/s41467-022-29056-3](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29056-3)

**2019** DÉCOUVERTE D'UN OCÉAN SOUTERRAIN

[DOI:10.1038/s41561-019-0369-8](https://doi.org/10.1038/s41561-019-0369-8)



# LE SOLEIL

- 4 AOÛT 1972** UNE ÉRUPTION SOLAIRE MAJEURE INTERROMPT LES COMMUNICATIONS LONGUE DISTANCE DANS CERTAINS ÉTATS AMÉRICAINS  
[DOI:10.1029/2018SW002024](https://doi.org/10.1029/2018SW002024)
- 13 MARS 1989** LE PLUS GRAND ORAGE MAGNÉTIQUE DU 20E SIÈCLE. DES AURORES ONT ÉTÉ OBSERVÉES JUSQU'AU SUD DE CUBA ET DE LA FLORIDE  
[DOI:10.1029/2019SW002278](https://doi.org/10.1029/2019SW002278)
- 14 JUILLET 2000** ÉRUPTION SOLAIRE. LES SATELLITES EN ORBITE ONT EU DES COURTS-CIRCUITS, CERTAINES STATIONS RADIO ONT ÉTÉ FERMÉES  
[DOI:10.1029/2002GL014729](https://doi.org/10.1029/2002GL014729)
- 28-31 OCTOBRE 2003** ORAGE GÉOMAGNÉTIQUE. PERTURBATION DES SYSTÈMES SATELLITAIRES, MISE HORS SERVICE D'UNE PARTIE DU SYSTÈME DE TRANSMISSION D'ÉLECTRICITÉ À HAUTE TENSION DANS LE SUD DE LA SUÈDE  
[DOI:10.1029/2004SW000123](https://doi.org/10.1029/2004SW000123)
- SEPTEMBRE 2005** UN PUISSANT ORAGE GÉOMAGNÉTIQUE QUI A AFFECTÉ LA TEMPÉRATURE ET LA COMPOSITION DE LA MÉSOsphÈRE ET DE LA THERMOSPHÈRE  
[DOI:10.1029/2018JA025294](https://doi.org/10.1029/2018JA025294)
- 5 DÉCEMBRE 2006** ÉRUPTION SOLAIRE ENVIRON 10 FOIS PLUS IMPORTANTE QUE TOUS LES ÉVÉNEMENTS PRÉCÉDEMMENT RAPPORTÉS. ELLE S'EST PRODUITE PRÈS DU MINIMUM SOLAIRE. LE SYSTÈME GPS A ÉTÉ CONSIDÉRABLEMENT AFFECTÉ  
[DOI:10.1029/2007SW000375](https://doi.org/10.1029/2007SW000375)
- 23 JUILLET 2012** DEUX GRANDES ÉJECTIONS DE MASSE CORONALE EN DIRECTION DE L'ORBITE TERRESTRE. LA PUISSANCE DE LA TEMPÊTE A DÉPASSÉ LES ESTIMATIONS DE LA TEMPÊTE DE CARRINGTON DE 1859  
[DOI:10.1002/swe.20097](https://doi.org/10.1002/swe.20097)
- 21 JUIN 2015** UN ORAGE GÉOMAGNÉTIQUE INTERROMPT LES SIGNAUX RADIO EN AMÉRIQUE DU NORD ET DU SUD  
[DOI:10.1007/s11207-018-1303-8](https://doi.org/10.1007/s11207-018-1303-8)
- 6 SEPTEMBRE 2017** L'ÉRUPTION LA PLUS PUISSANTE DU CYCLE SOLAIRE 24 ENREGISTRÉE  
[DOI:10.1029/2018SW001969](https://doi.org/10.1029/2018SW001969)
- DÉCEMBRE 2019** LE CYCLE 24 EST TERMINÉ, LE CYCLE 25 A COMMENCÉ  
[weather.gov/news/201509-solar-cycle](https://www.weather.gov/news/201509-solar-cycle)
- 2022** SPACEX STARLINK A PERDU 38 SATELLITES LORS DE LEUR MISE EN ORBITE EN RAISON D'UNE TEMPÊTE GÉOMAGNÉTIQUE DUE À UNE ÉJECTION DE MASSE CORONALE LE 29 JANVIER  
[DOI:10.1029/2022SW003193](https://doi.org/10.1029/2022SW003193)
- 2023** IL A ÉTÉ CONSTATÉ QUE LES ORAGES SOLAIRES ENTRAÎNENT DES RETARDS SUPPLÉMENTAIRES DANS LES VOLS, QUI NE FERONT QU'AUGMENTER DANS LES ANNÉES À VENIR  
[DOI:10.1038/s41598-023-30424-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-30424-2)
- 22 JUIN 2023** LE NOMBRE QUOTIDIEN DE TACHES SOLAIRES (240) A DÉPASSÉ LE MAXIMUM DU CYCLE 24 (220)  
[sidc.be/silso/dayssnplot](https://sidc.be/silso/dayssnplot)

Les hypothèses selon lesquelles de tels phénomènes dans notre système solaire sont causés par l'activité solaire, ne sont pas étayées par les faits. Des changements anormaux sur les planètes du système solaire et leurs satellites ont commencé pendant la période de minimum solaire en 1995, c'est-à-dire lorsque l'activité solaire était à son minimum. Un diagramme des cycles d'activité solaire de l'image 67 montre qu'en 1995, le Soleil était à son activité minimale et qu'il n'a donc pas pu provoquer tous ces changements.

Par conséquent, le soleil n'aurait donc pas pu avoir un tel impact sur les autres planètes. De plus, de tout le système solaire, le soleil a été le dernier à réagir aux influences cosmiques, probablement en raison de son immense masse.

Étant donné que les changements se produisent de manière synchrone sur toutes les planètes du système solaire ainsi que sur le soleil, il est logique de supposer qu'il existe un certain facteur venant de l'espace proche ou profond qui déclenche l'émergence d'une grande quantité d'énergie au sein des planètes.

Cette énergie apparaît au sein des systèmes planétaires, se concentre autour du noyau et contourne les autres couches des planètes. En conséquence, selon l'hypothèse, les noyaux planétaires se réchauffent et se déplacent.

Aucune des influences scientifiques connues - rayonnement gravitationnel, électromagnétique, acoustique, cosmique - n'échappe à nos instruments de mesure tout en impactant directement le noyau.

Par conséquent, selon la théorie, aucune des influences énumérées ci-dessus ne peut provoquer les changements actuellement

Variations du cycle solaire

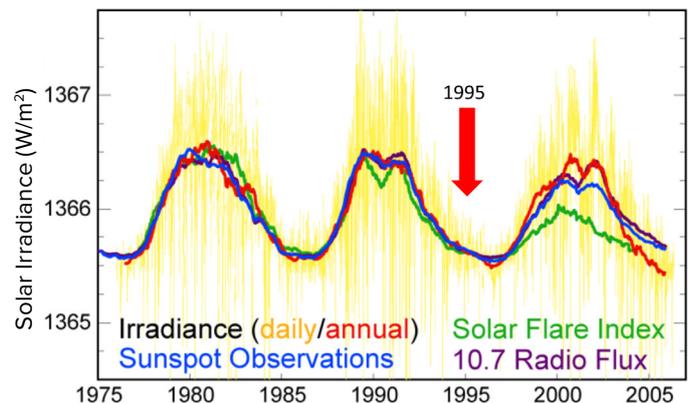


Image 67

Variations du cycle solaire au cours des 30 dernières années

Cette image montre trois cycles solaires entre 1975 et 2005, mesurés d'après le rayonnement solaire, le nombre de taches solaires, l'activité des éruptions solaires et d'après un flux radio de longueur d'onde de 10,7 cm. Le graphique indique clairement qu'en 1995, le soleil était à son activité minimale et qu'il ne pouvait donc pas être à l'origine de changements dans le noyau terrestre et dans les noyaux des autres planètes en 1995.

Source : Image créée par Robert A. Rohde à partir de données publiées.

La source de données: <https://www.pmodwrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>

observés sur toutes les planètes du système solaire.

Sur la base des faits exposés ci-dessus, une hypothèse a été développée suggérant que cette influence opère sur des principes physiques inexplorés. La science moderne est confrontée pour la première fois à un tel phénomène. C'est un phénomène qui n'a pas été officiellement enregistré, mais ses manifestations peuvent être observées. On suppose que cette énergie fait revivre même les planètes mortes où de l'activité sismique et magmatique commence à se développer. Ceci est confirmé par Mars où l'activité sismique<sup>57</sup> et magmatique<sup>58</sup> a commencé à augmenter.

<sup>57</sup>Dahmen N., Clinton J.F., Meier M., Stähler S., Ceylan S., Kim D., Stott A.E. et Giardini D. (2022). MarsQuakeNet : Un catalogue de tremblements de Mars plus complet obtenu par des techniques d'apprentissage des profondeurs. *Journal de recherche géophysique : Planètes*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>

Sun, W. et Tkalčić, H. (2022). Des tremblements de Mars répétitifs dans le manteau supérieur martien. *Communications naturelles*, 13, 1695; <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>  
Fernando B., Daubar I.J., Charalambous C., Grindrod P.M., Stott A., Abdullah A.I., Ateqi Atri, D., Ceylan S., Clinton J., Fillingim M.O., Hauber E., Hill J.R., Kawamura T., Li J., Lucas A., Lorenz R.D., Ojha L., Perrin C.S., Piqueux et Stähler, S.C... Banerdt W.B. (2023). L'origine tectonique du plus grand séisme de Mars observé par InSight. *Lettres de recherche géophysique*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>

<sup>58</sup>Broquet A. et Andrews-Hanna J.C. (2022). Les preuves géophysiques d'un panache actif du manteau sous Elysium Planitia sur Mars. *Astronomie de la nature*, 7, 160-169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>

## Les processus astronomiques et leur cyclicité

Selon l'hypothèse, cette influence qui est composée d'un certain type d'énergie, interagit directement et uniquement avec le noyau interne de la Terre, sans affecter d'aucune manière les autres enveloppes de la planète. Ce type d'interaction peut être attribué au fait que le noyau interne a une densité extrêmement élevée et que sa structure diffère probablement de la théorie fer-nickel généralement admise. Selon l'hypothèse de I.M. Belozero, docteur en Sciences Physiques et en Mathématiques, le noyau interne a une structure complètement différente, proche de celle d'une étoile à neutrons<sup>59</sup>. Le noyau externe est quant à lui très probablement constitué de nickel, de fer et d'autres alliages métalliques. Selon les hypothèses, les noyaux des autres planètes du système solaire, même des géantes gazeuses, ont une structure similaire.

L'hypothèse proposée dans ce rapport envisage la nature de cette influence sur la Terre à travers l'exemple associatif d'un faisceau de lampe de poche dans l'obscurité. Imaginons un faisceau de lumière concentré entouré d'une illumination diffuse. Sur la base d'une analyse complète de toutes les données, seule la partie diffuse de la lumière atteint actuellement la Terre. D'après les observations des processus en cours, le faisceau concentré n'a pas encore touché la Terre, mais on observe déjà une augmentation rapide de la fréquence et de l'intensité des cataclysmes sur Terre, et selon les modèles mathématiques, cette

tendance ne fera qu'augmenter à l'avenir.

Il est important de noter que ce n'est pas la première fois que la Terre est confrontée à ce type d'influence. L'histoire géologique de notre planète indique que la Terre a connu à plusieurs reprises des phases similaires de changement climatique global et de géodynamique de caractère synchrone similaire.

Sur la base des études géochronologiques des sédiments du Quaternaire et de l'examen des carottes de glace et des traces d'extinctions à grande échelle, y compris des extinctions d'espèces humaines, on peut conclure que dans le passé, la Terre a été confrontée à une augmentation drastique des cataclysmes climatiques à grande échelle environ tous les 12 000 ans<sup>60</sup>. Et tous les 24 000 ans, les catastrophes planétaires étaient probablement beaucoup plus puissantes, comme le montrent l'examen des couches de cendres d'éruptions volcaniques dans les carottes glaciaires et d'autres études géochronologiques<sup>61</sup>. M. Arushanov, V. Bubnenkov, A. Baturin<sup>62</sup>, V. Bushuev<sup>63</sup>, I. Kopylov<sup>64</sup>, N. Petrov<sup>65</sup>, Ye. Smotrin<sup>66</sup>, Douglas Vogt<sup>67</sup> et de nombreux autres chercheurs<sup>68,69,70,71</sup> ont compris la nature cyclique des cataclysmes mondiaux sur Terre, avec une période d'environ 12-13 mille ans, et maintenant, selon l'analyse complète des données, l'humanité entre dans la phase active de ce cycle.

<sup>59</sup> Belozero, I. M. (2008). La nature vue par un physicien. Journal scientifique international "L'énergie alternative et l'écologie", N°12(68).

<https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>

Gruzdov V.I. Univers neutronique. Chapitre 10. Calcul du noyau neutronique de la Terre. // Moscou : Libmonster Russia, 2021. <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>

<sup>60</sup> Arushanov M.L. Les causes du changement climatique de la Terre à la suite de l'impact cosmique, dissipant le mythe du réchauffement climatique anthropogénique. // Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft, 53, pp. 4-14. 2013. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

Arushanov M. L. Dinamica del clima. Fattori cosmici. — Hamburg: LAMBERT Academic Publishing, 2023. p. 144.

<sup>61</sup> Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>

<sup>62</sup> Baturin, A. M. (2001). La périodicité des catastrophes mondiales - 12166 ans Monographie. CRST de Koursk — 2001

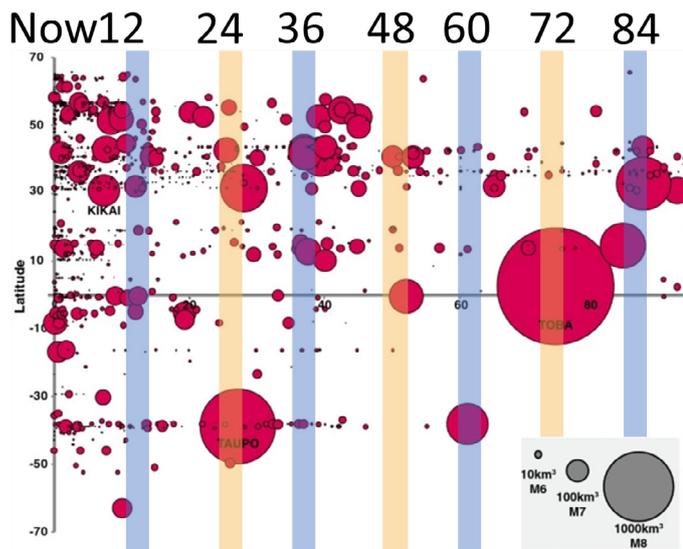
<sup>63</sup> Bushuyev E. V. V., Kopylov I. P. "L'Espace et La Terre. Interactions électromécaniques : Monographie". - Moscou : Energia, 2005

<sup>64</sup> Kopylov, I. (2001, 1er novembre) Elektromekhanika Solnechnoj sistemy [Électromécanique du système solaire]. NVO.

<sup>65</sup> Petrov, N. V. (2015). Le climat de la Terre : La solution au problème du changement climatique de la Terre du point de vue de la loi de la préservation de la vie dans l'espace. *Écologie et développement de la société : Revue de l'Académie internationale des sciences de l'écologie, de la sécurité humaine et de la nature*, 4, 11-23. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>

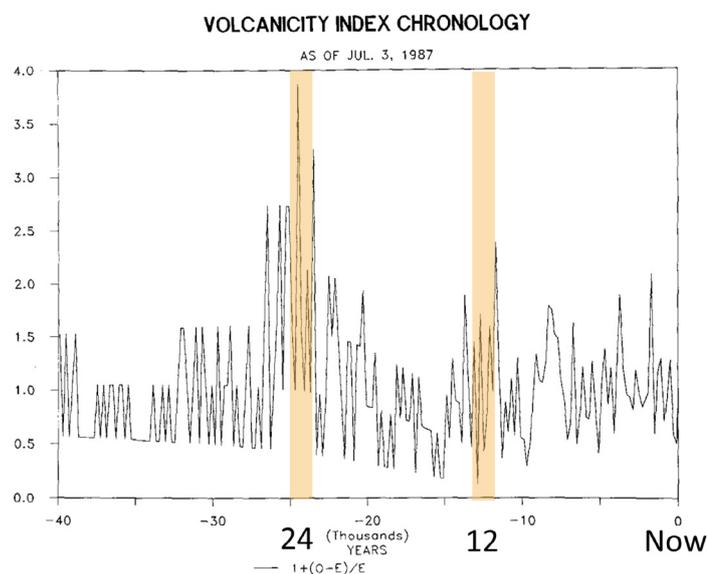
En géologie, en paléontologie et en archéologie, il existe un certain nombre de preuves de catastrophes antérieures du cycle. Chacun de ces événements catastrophiques s'est caractérisé non seulement par des changements abrupts du climat de la Terre, mais aussi par une restructuration géodynamique

complète : affaiblissement et excursion du champ magnétique, éruptions volcaniques généralisées et désastreuses, réarrangements tectoniques, fluctuations de la température atmosphérique de  $10^{\circ}\text{C}^{72}$ , des changements du niveau de l'océan mondial et des glaciations à grande échelle qui ont suivi (images 68-72).



**Image 68**

Les éruptions à l'échelle mondiale de 2013 de notre ère à 100 000 ans calculés AP entre la latitude  $70^{\circ}$  nord et la latitude  $70^{\circ}$  sud. L'image montre le moment où ces éruptions se sont produites. La taille des cercles reflète l'échelle des éruptions. Notez que les grands cercles rouges indiquent que tous les 24 000 ans, les éruptions volcaniques sont plus désastreuses. Source : Brown, S. K., Crosweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*. <https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>



**Image 69**

L'échelle de l'activité volcanique au cours des derniers 40 mille ans selon les données des carottes glaciaires. La chronologie du nombre d'éruptions volcaniques basée sur la datation au Carbone 14 des événements et exprimée en écart relatif. Source : Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>

<sup>66</sup> Smotrin E. G., candidat en sciences militaires. (1998). Désastres naturels et catastrophes - la menace principale pour la sécurité planétaire et eurasiatique à l'aube du troisième millénaire de notre ère. *Géostratégie et technologies XXI*. Récupéré de : <http://www.geost-21.su.ru/node/1>

<sup>67</sup> Vogt, D. B. (2007). *God's Day of Judgment; The real cause of global warming [Le Jour du Jugement Divin. La cause réelle du réchauffement global]* (1st Ed.). Vector Associates.

Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality (La théorie d'une réalité multidimensionnelle)*. Vector Associates.

<sup>68</sup> Davidson, B. (2021). *The next end of the world (La prochaine fin du monde)*. Space Weather News.

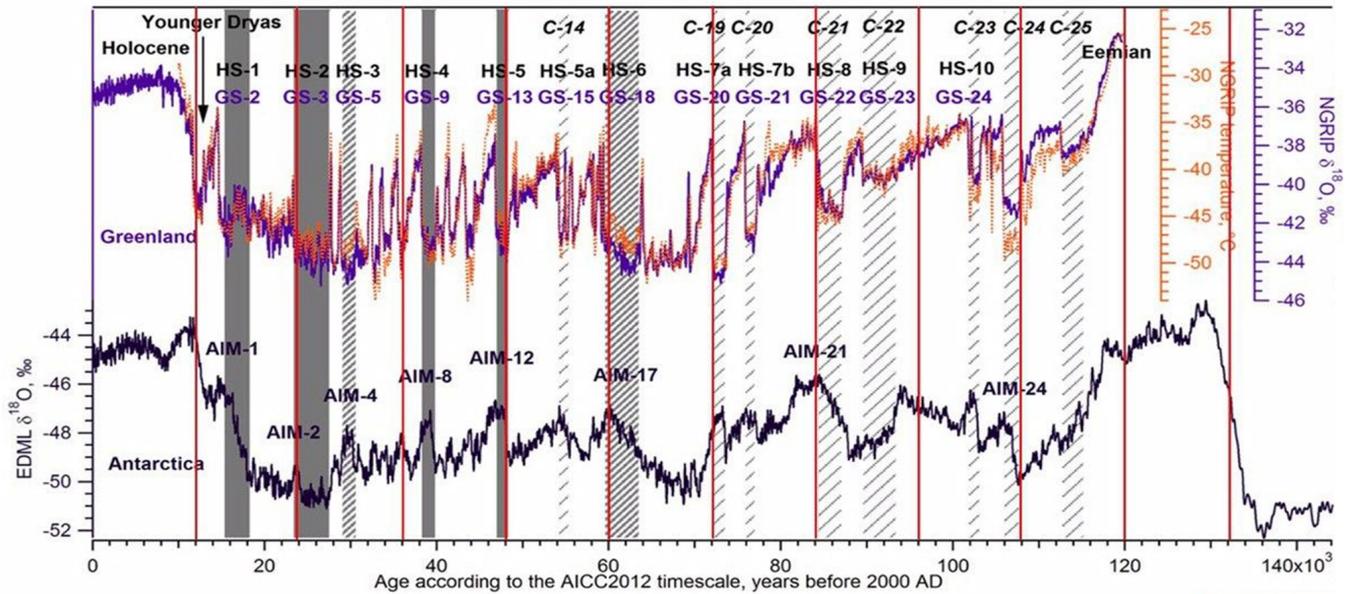
<sup>69</sup> Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms [L'histoire d'Adam et Eve : l'histoire des cataclysmes]*. Bengal Tiger Pr.

<sup>70</sup> White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron [Le monde en péril: l'origine, la mission et les découvertes scientifiques du 46/72 escadron de reconnaissance]*. K. White.

<sup>71</sup> Haggood, C. H. (1958). *Earth's shifting crust: A key to some basic problems of earth science (Déplacement de la croûte terrestre: les clés pour quelques problèmes de base des sciences de la Terre)*. Pantheon Books, Science.

<sup>72</sup> Easterbrook, D. J. (2016). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming (La science du climat basée sur des preuves, les données qui s'opposent aux émissions de CO2 en tant que source principale du réchauffement global)* (2nd Ed.). Elsevier, Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>

Now 12 24 36 48 60 72 84 96 108 120



**Image 70**

Les anomalies de température selon les données des carottes de glace du Groenland et de l’Antarctique.  
 Source : Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. Quaternary Research. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Event	Age in thousands of years before present		
	Hemming (2004)	Bond & Lotti (1995)	Vidal et al. (1999)
H0	~12		
H1	16.8		14
H2	24	23	22
H3	~31	29	
H4	38	37	35
H5	45		45
H6	~60		

H1 and H2 are identified using radiocarbon dating, H3-6 are correlated with GISP2.

**Image 71**

La position relative approximative des événements de Heinrich initialement enregistrés dans les carottes de sédiments marins de l’océan Atlantique Nord.  
 Source : Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. Quaternary Research. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Cette hypothèse suggère que les changements géodynamiques sur Terre sont principalement des dérivés des processus astronomiques et de leur cyclicité. Comme dans les cycles précédents, l’accumulation d’énergie supplémentaire à l’intérieur de la Terre sous l’effet d’influences cosmiques externes est un facteur important de l’augmentation des catastrophes aujourd’hui. Toutefois, ce cycle est exacerbé par les impacts anthropogéniques sur le système terrestre, qui augmentent la quantité de

Time (Years Ago)	Magnetic Event	Volcanic Candidates	Biosphere Stresses
~12,000	Gothenburg	Eifel Complex (German), Phlegrean Fields (Italy)	Mega-Faunal Extinction, Global
~25,000	Lake Mungo	Aira Caldera (Japan), Taupo (New Zealand)	Mega-Faunal Extinction, Australia/Eurasia, W.Africa Human Abandonment
~36,000	Mono Lake	Campi Flegrei (Italy), Gorley (Russia)	Mega-Faunal Extinction, North America
~47,000	Laschamp	Kulie Lake (Russia), Lake Shikotsu (Japan)	Mega-Faunal Extinction, Global, Neanderthal Extinction
~60,000	Vostok	(None VEI 7 or Greater)	(No Major Discoveries)
~72,000	Toba	Toba (Indonesia), Santorini (Greece)	Largest Human Bottleneck, <5000 Humans Survived
~84,000	(unnamed)	Atitlan (Guatemala)	(No Major Discoveries)
~96,000	(unnamed)	Mount Aso (Japan)	(No Major Discoveries)
~105,000	Blake?	(None VEI 7 or Greater)	Mega-Faunal Extinction?
~120,000	Blake?	Mount Aso (Japan)	Mega-Faunal Extinction?

**Image 72**

Magnetic pole drift, magnetic field weakening, catastrophic eruptions and extinctions every 12,000 years [La dérive du pôle magnétique, l’affaiblissement du champ magnétique, les éruptions et les extinctions catastrophiques tous les 12 000 ans]

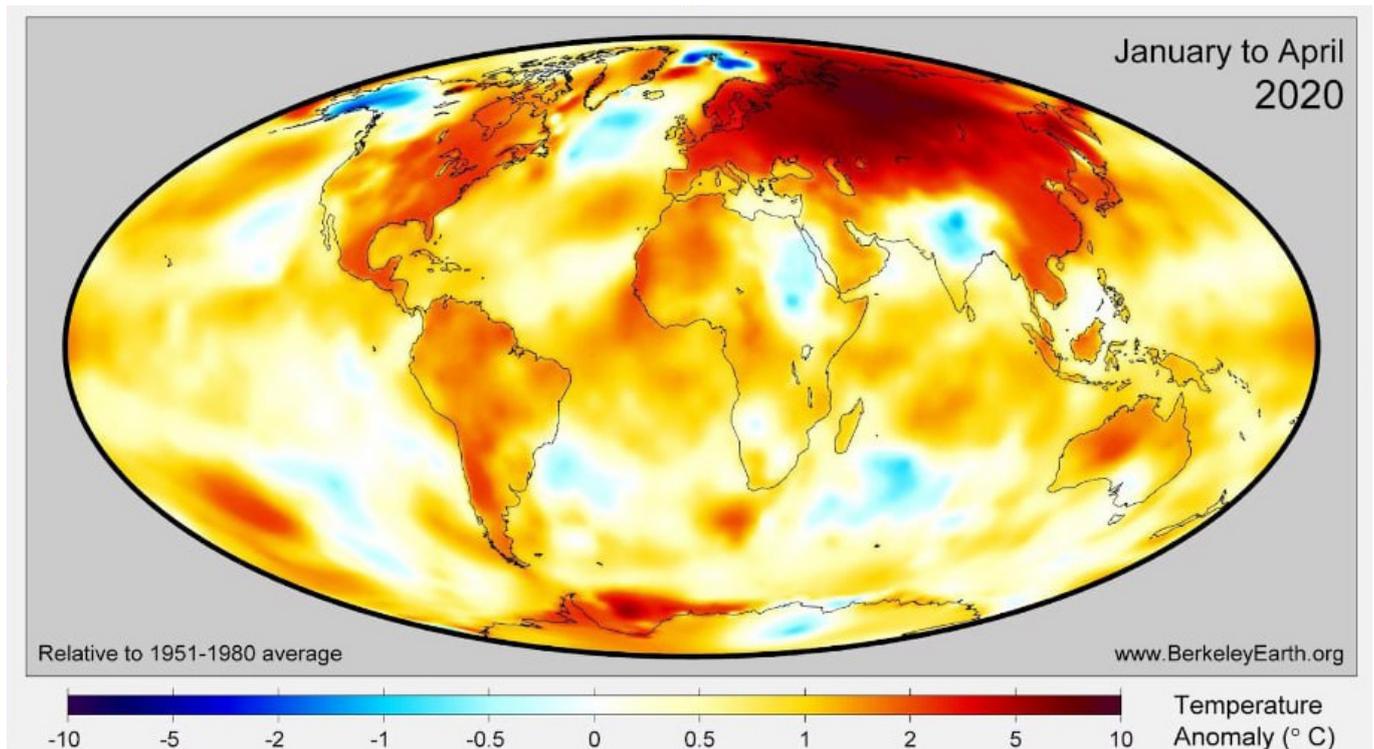
chaleur dans les profondeurs de la planète. Sous l’effet de l’entropie — la conversion de l’énergie supplémentaire en chaleur — le manteau terrestre devient plus chaud, le magma devient plus fluide, le flux de chaleur endogène de l’intérieur vers la surface augmente et de nouveaux panaches magmatiques se forment. Aujourd’hui, par exemple, de tels panaches massifs s’élèvent très rapidement sous la Sibérie, en partie à cause du déplacement du noyau dans cette direction.

## Le réchauffement anormal de la Sibérie

La Sibérie et l'Arctique sibérienne sont des régions où les taux de réchauffement sont 2 à 3 fois plus élevés que la moyenne mondiale (Img. 73). Selon l'hypothèse, ce phénomène est lié à la formation de foyers magmatiques en raison d'un déplacement du noyau de la Terre, qui provoque des tensions contre le manteau dans cette région (Imgs. 74-76). Cette hypothèse est corroborée par des études récentes menées par des scientifiques chinois, qui ont constaté que la croûte sous la Sibérie fond et s'amincit à présent sous l'effet de l'activité magmatique<sup>73</sup>. Ce processus est progressif et réduit la résistance de la plaque. Il est probable que l'activité des panaches magmatiques se manifeste également par un dégel supplémentaire du pergélisol depuis sa base, par une augmentation

de l'activité sismique dans la région, par la remontée d'eaux chaudes à la surface et par des incendies sous la neige au-dessus des zones de faille.

Aux latitudes septentrionales, on observe une augmentation des émissions de méthane et d'hydrogène provenant des profondeurs, un nombre croissant de cratères dus à des explosions de gaz naturel et une intensification du volcanisme de boue sur le plateau arctique. Selon les modèles tectono-physiques, une percée magmatique sous la Sibérie fera remonter la matière en fusion à la surface sous haute pression. Cela pourrait constituer une menace directe pour l'existence de la Russie et du monde entier.

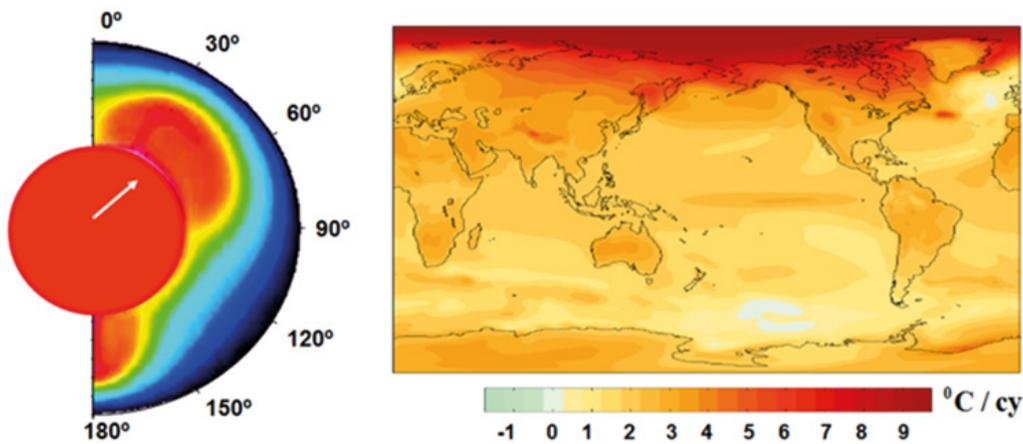


**Image 73**

Les anomalies de température dans le monde pour la période janvier-avril 2020 par rapport à la norme 1951-1980. Le réchauffement de la région sibérienne dépasse l'anomalie de température mondiale d'un facteur de 3 à 6, ce qui indique qu'un facteur supplémentaire est à l'origine du réchauffement de cette région.

Source des données : [BerkeleyEarth.org](http://www.BerkeleyEarth.org)

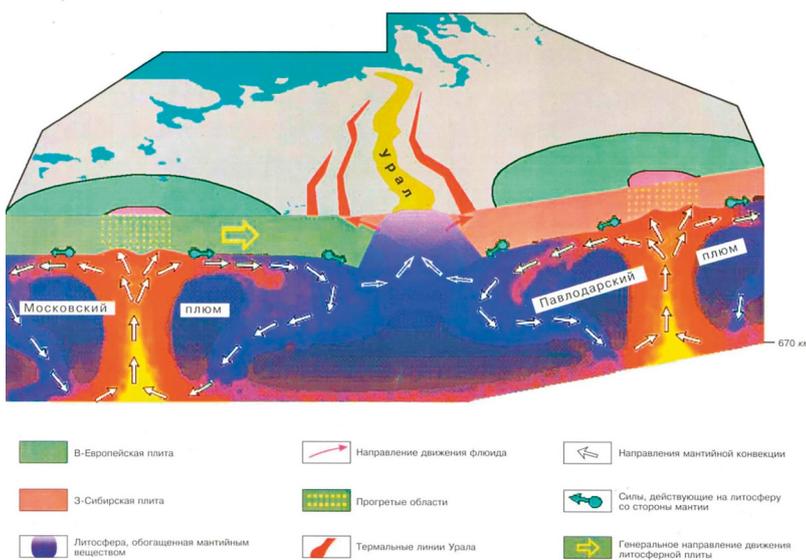
<sup>73</sup>Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>



**Image 74**

Un changement relatif forcé du noyau et du manteau, et le schéma d'apport asymétrique de chaleur aux couches supérieures du manteau (à gauche). Les tendances linéaires du réchauffement de la surface (en °C par siècle) selon les données CCSM3 du NCAR, ramenées aux moyennes selon un scénario spécial. [http://www.realclimate.org/bitz\\_fig3.png](http://www.realclimate.org/bitz_fig3.png) (à droite).

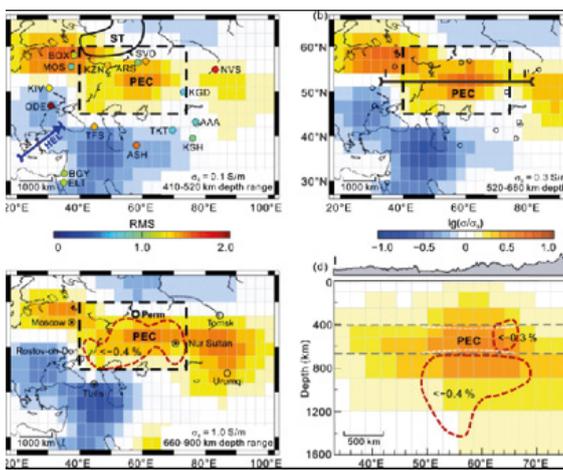
Source : Barkin, Yu.V. (2009). Циклические инверсионные изменения климата в северном и южном полушариях Земли // Геология морей и океанов: Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. III. — М.: ГЕОС. 2009. с. 4-8. [Changements climatiques cycliques par inversion dans les hémisphères nord et sud de la Terre]. Géologie des mers et des océans : Matériaux de la XVIII conférence scientifique internationale (école) sur la géologie marine. Vol. III. - Moscou : GEOS. pp. 4-8.



**Image 75**

Le schéma du mouvement des fluides d'hydrocarbures dans les structures plume-tectoniques de Moscou et de Pavlodar.

Source : Gorny, V. I. et al. (2001) Le modèle de l'interaction manteau-lithosphère basé sur les données de la géotransversale de la prospection sismique de l'Oural et de la méthode de géothermie à distance. La structure profonde et géodynamique de l'Oural méridional. Tver. pp. 227-238.



**Image 76**

Des scientifiques de l'université de Jilin et de l'université de Shijiazhuang Tiedao ont utilisé les données de champ géomagnétique de 16 stations d'Asie du Nord pour calculer la conductivité électrique du manteau à différentes profondeurs. Ils ont découvert une augmentation notable de la conductivité par rapport à la conductivité moyenne mondiale dans la région située sous les Pièges Sibériens (zones jaunes et brunes sur les diagrammes). Les chercheurs ont constaté que ces zones situées à des profondeurs de 400 à 900 km sont en moyenne 250 degrés plus chaudes que le manteau environnant. Dans ces zones, il y a une fraction du manteau en fusion.

Source : Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. Nature Communications, 14, 1311.

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>

À titre de comparaison, une activation du supervolcan de Yellowstone aux États-Unis, qui présente également des signes d'activité anormale, peut entraîner la destruction de l'ensemble du continent américain, mais l'humanité aurait encore une chance de survivre.

En revanche, en cas de percée magmatique à travers la plaque lithosphérique sous la Sibérie, on peut affirmer que cela rendrait la vie impossible pour tous les êtres vivants sur la planète Terre.

## **Le cycle actuel de la planète Terre**

D'ici à la fin de 2024, une augmentation de l'activité volcanique est possible, causée par la montée du magma et l'érosion des plaques lithosphériques par des coulées magmatiques. Cela pourrait entraîner des tremblements de terre et des éruptions volcaniques fréquents. Cette conclusion est basée sur les observations suivantes : les paramètres géophysiques et géodynamiques de la Terre ont subi de brusques changements en 1995 et 1998, ce qui a déclenché une tendance exponentielle à l'augmentation de l'activité sismique et à la déstabilisation de l'intérieur de la planète. Cela indique une accumulation d'énergie et de tension dans les profondeurs de la Terre et une augmentation exponentielle de la quantité d'énergie libérée. L'océan et l'atmosphère réagissent avec un certain retard aux processus qui se déroulent dans les profondeurs, mais une tendance exponentielle est déjà visible dans les graphiques de leurs changements.

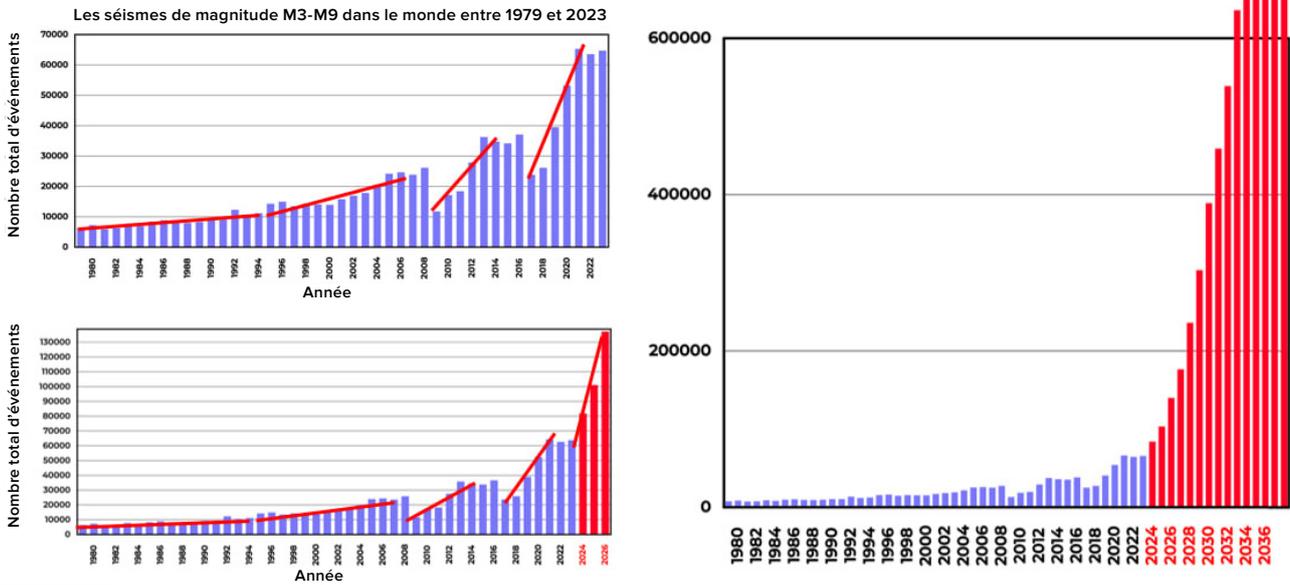
Sur la base de la progression exponentielle actuelle de l'augmentation des tremblements de terre dans le monde, une analyse de la tendance exponentielle du graphique a été effectuée et, sur cette base, un modèle a été construit pour prédire la croissance du nombre de tremblements de terre dans les années à venir (Image 77).

Les résultats de la modélisation sont les suivants : d'ici 2028, il y aura 1 000 tremblements de terre par jour d'une magnitude de 3,0 et plus sur Terre, alors qu'il s'en produit actuellement

environ 125 par jour. D'après les calculs du modèle, d'ici 2030, le nombre de tremblements de terre augmentera probablement à tel point qu'il serait impossible de s'adapter aux nouvelles conditions.

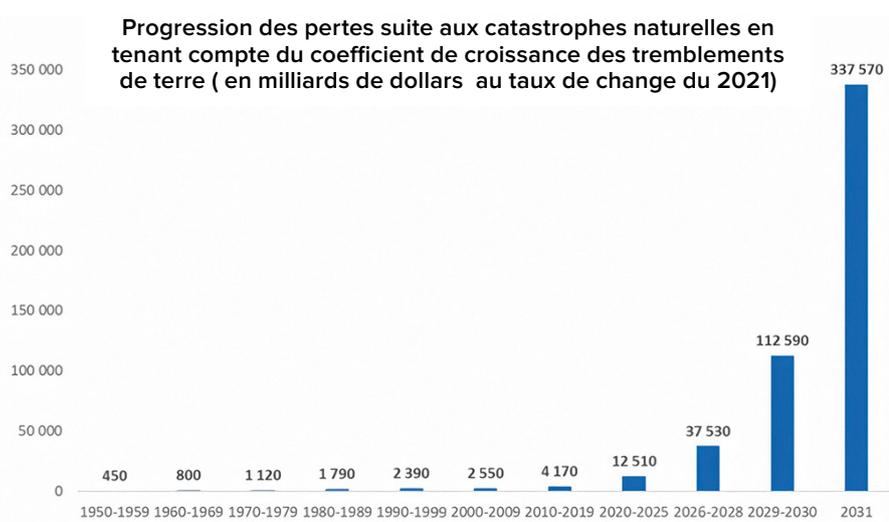
On s'attend à ce que l'augmentation du nombre d'événements sismiques de faible magnitude, qui indiquent une augmentation de l'activité magmatique et une augmentation généralisée de l'activité volcanique, conduisent très probablement à une augmentation du nombre de tremblements de terre de forte intensité. Il est fort probable que d'ici six ans, des tremblements de terre d'une puissance destructrice équivalente à celle du tremblement de terre survenu en Turquie et en Syrie le 6 février 2023, se produiront quotidiennement.

En raison des changements prévus, de nombreuses villes et de nombreux États risquent d'être confrontés à des destructions importantes. L'application de la fonction exponentielle pour évaluer les dommages causés par les catastrophes climatiques montre que l'économie mondiale pourrait avoir du mal à compenser les pertes dans les 4 à 6 prochaines années, ce qui pourrait conduire à une crise économique. Les prévisions font état d'un possible effondrement du commerce mondial au cours de cette période. La modélisation mathématique suggère qu'au cours des dix prochaines années, les conditions de vie sur Terre pourraient changer de manière significative.



**Image 77**

Le modèle de la croissance exponentielle du nombre de cataclysmes naturels sur l'exemple des tremblements de terre jusqu'en 2036.



**Image 78**

Les prévisions des pertes économiques dues aux catastrophes naturelles, selon le modèle de croissance exponentielle du nombre de catastrophes géodynamiques et climatiques (en milliards de dollars au taux de change du 2021).  
Source des données : AON (Catastrophe Insight).

Sur la base de cette tendance, on peut prédire une augmentation du nombre de toutes les autres catastrophes naturelles dans le monde dans un avenir proche. Les faits scientifiques confirment la progression inéluctable des catastrophes climatiques et, à l'heure actuelle, rien ne freine l'escalade des cataclysmes dans le monde. Aujourd'hui déjà, les éruptions solaires peuvent perturber le fonctionnement des satellites, ce qui

souligne l'importance de se préparer à d'éventuels problèmes technologiques. Les prévisions suggèrent que des changements significatifs pourraient se produire dans les 4 à 6 prochaines années, affectant la viabilité de nombreuses régions. Selon la progression du modèle décrit, des événements critiques susceptibles d'affecter l'intégrité de la planète pourraient se produire.

Lors des précédents cycles de catastrophes survenant tous les 12 000 ans, des espèces se sont éteintes, mais la planète a réussi à traverser ces cycles sans que l'intégrité de ses systèmes ne soit modifiée de manière significative. Dans le cycle actuel, caractérisé par des catastrophes plus graves dues à un cycle de 24 000 ans, un autre facteur s'est ajouté qui menace l'existence de la planète en tant qu'entité habitable. C'est ce facteur anthropique, mentionné précédemment dans le rapport, qui joue un rôle crucial dans l'aggravation significative de la situation de la planète. Cet impact anthropique se manifeste par la pollution du principal mécanisme de refroidissement de la planète, à savoir la contamination des eaux océaniques mondiales par des microplastiques.

L'océan joue un rôle crucial dans la thermorégulation de la planète. Il couvre environ 70 % de la surface de la Terre et s'enfonce profondément dans la croûte terrestre. Dans le passé, l'océan était le principal mécanisme de régulation de l'équilibre thermique de la Terre, dissipant l'excès de chaleur de l'intérieur de la planète dans l'atmosphère et, par la suite, dans l'espace extra-atmosphérique.

Cependant, l'activité humaine a considérablement perturbé la conductivité thermique des océans. Cela est dû à la pollution croissante de ses eaux par des produits pétroliers et des polymères synthétiques. En raison de la pollution, l'océan est devenu moins efficace pour dissiper la chaleur des plaques lithosphériques, qui sont réchauffées par la montée du magma au cours du cycle de catastrophes de 12 000 ans (image 79).

L'océan mondial n'a jamais été aussi pollué. En raison de l'extraction du pétrole, du transport et des accidents qui y sont liés, jusqu'à 30 millions de tonnes d'hydrocarbures pénètrent chaque année

dans l'océan<sup>74</sup>. La superficie totale des " îles de plastique " à la surface des océans est presque équivalente à la superficie combinée des États-Unis et de l'Australie. Cependant, cela ne représente que 1% de la pollution totale, car 99 % du plastique est dispersé dans l'eau de l'océan<sup>75</sup>.

En plus de la pollution des océans par les microplastiques, les activités anthropiques, notamment la combustion d'hydrocarbures, entraînent une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre tels que le méthane (CH<sub>4</sub>) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère. La fonte des glaciers et du pergélisol exacerbe cet effet en augmentant la concentration de méthane dans l'atmosphère. Ce phénomène est particulièrement dangereux car le méthane a un effet de serre 25 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone : une tonne de méthane produit le même effet de réchauffement que 25 tonnes de dioxyde de carbone.

En outre, l'acidification des océans entraîne une décomposition plus rapide des microplastiques en nanoplastiques, ce qui aggrave encore la situation en augmentant l'accumulation de chaleur dans les océans.

L'utilisation d'hydrocarbures, en particulier de méthane et de pétrole, pour la combustion de carburants et la production de matières plastiques, a considérablement aggravé la situation écologique de la planète, entraînant l'accumulation d'un excès de chaleur dans les océans et dans l'atmosphère. L'augmentation anormale des températures atmosphériques et océaniques indique une réduction sans précédent de la capacité des océans à absorber la chaleur des profondeurs de la Terre, ce qui est absolument nécessaire lors de l'afflux d'énergie supplémentaire au cœur de la planète au cours du cycle de 12 000 ans.<sup>76</sup>

<sup>74</sup> Alexeev, G. V., Borovkov, M. I. et Titova, N. E. (2018). Современные средства для очистки воды от масло-жировых эмульсий и нефтепродуктов // Colloquium-journal. N° 7(18), 2018. — с. 4-6 [Les moyens modernes de purification de l'eau des émulsions huile-graisse et des produits pétroliers]. Colloquium-journal, 7(18), 4-6.

<sup>75</sup> Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. Scientific Reports, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>

<sup>76</sup> Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. Nature, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>

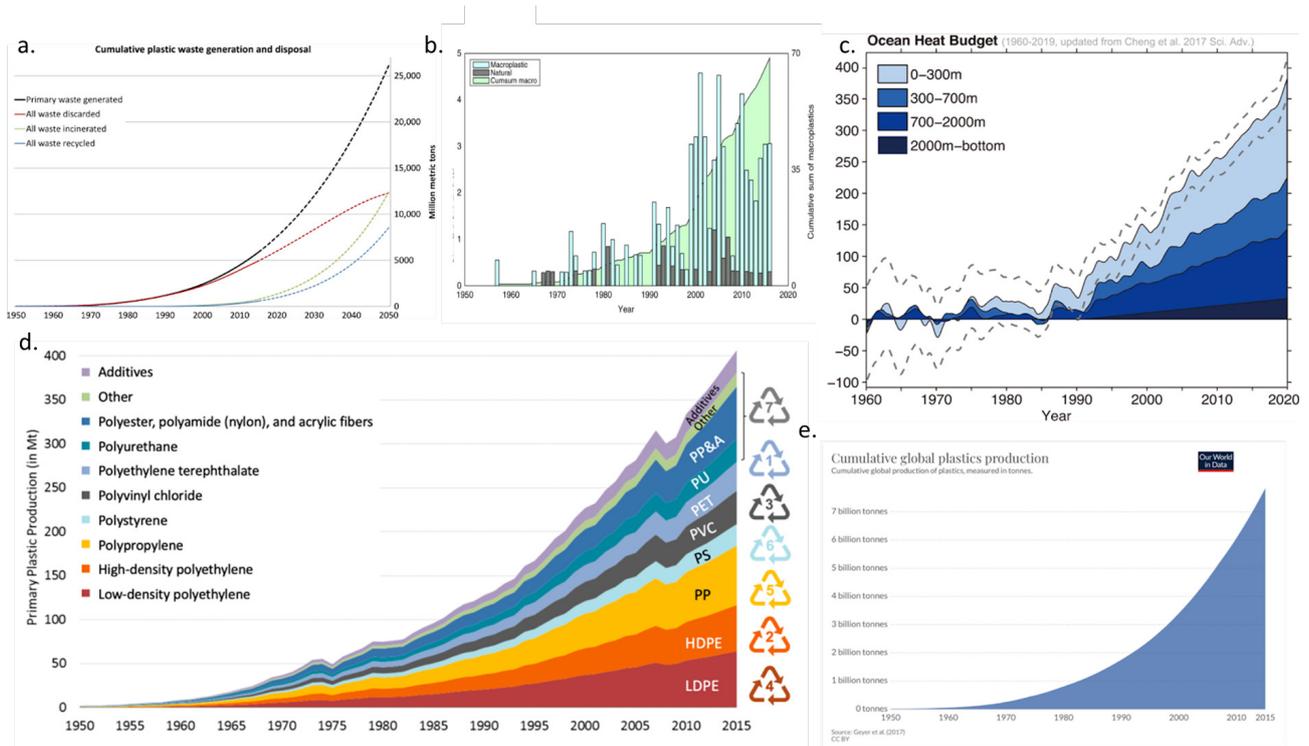


Image 79

Le graphique de l'évolution de la température des océans entre 1960 et 2019 en comparaison avec les diagrammes de croissance de la production de polymères synthétiques, de leur utilisation dans divers secteurs de l'économie et de l'élimination des déchets plastiques dans l'océan (à partir de diverses sources).

**a. La quantité cumulée des déchets plastiques produits et éliminés**

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

**b. La quantité cumulée de microplastiques dans l'océan et leurs chiffres annuels**

Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>

**c. L'évolution de la température de l'océan mondial entre 1960 et 2019.** (Purkey et Johnson, 2010 ; mis à jour à partir de Cheng et al., 2017). Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37, 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

**d. La production mondiale de plastique primaire par type de polymère**

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

**e. La quantité cumulée de matières plastiques produites depuis 1950**

Source des données : Plastic Marine Pollution Global Dataset

En raison du réchauffement accru de l'intérieur de la Terre et de la perte de la capacité de refroidissement de la planète due à des facteurs anthropogéniques, la Terre risque cette fois de ne pas pouvoir faire face au cycle des événements catastrophiques, ce qui pourrait la conduire à un destin similaire à celui de Mars. La modélisation tectonophysique a permis d'examiner un scénario possible pour l'évolution des événements jusqu'au point de non-retour prévu.

Les processus décrits ci-dessus, observés

actuellement à l'intérieur de la Terre, sont dus à des facteurs anthropogéniques et à la surchauffe du noyau de la planète en raison de l'afflux d'énergie excessive en provenance de l'espace. Le noyau surchauffe le magma de manière extrême, ce qui entraîne la fonte du manteau et le magma exerce une pression sur la croûte terrestre. Sous l'effet de cette pression, la croûte se fracture, se brise et forme des voies d'évacuation du magma depuis les profondeurs.

## La modélisation tectonophysique et mathématique du point de non-retour prévu en 2036

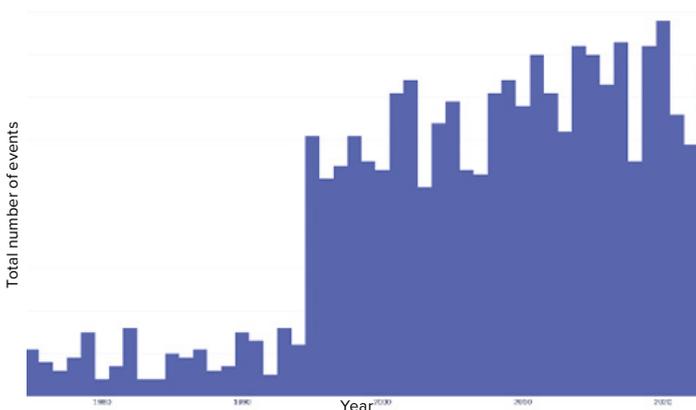
Il existe un endroit précis sur la Terre qui représente une menace critique pour l'ensemble de la planète. C'est le seul endroit sur la Terre où des conditions uniques sont réunies : la croûte la plus fine et une forte activité magmatique en dessous. En outre, à cet endroit, la croûte est fortement comprimée à la fois par la remontée du magma et par la couche d'eau océanique située au-dessus, d'une épaisseur d'environ 11 kilomètres. Cet endroit, connu sous le nom de la fosse des Mariannes, est le plus profond de la Terre et représente actuellement la plus grande menace pour notre planète.

Examinons le premier graphique (Image 80), qui illustre la tendance à l'augmentation du nombre des séismes à foyer profond dans la région de la fosse des Mariannes au cours des trois dernières décennies. Le nombre de séismes à foyer profond dans la région de la fosse des

Mariannes a fortement augmenté depuis 1995.

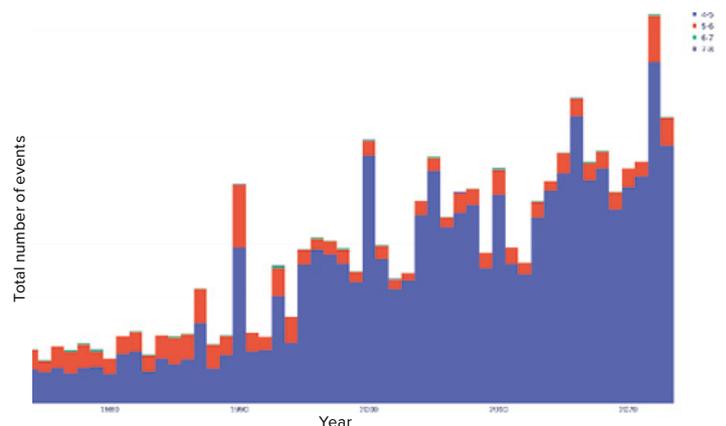
Les séismes à foyer profond, qui se produisent à des profondeurs de 300 à 800 kilomètres dans le manteau, peuvent libérer une énergie comparable à celle d'explosions nucléaires d'une immense puissance destructrice. La fosse des Mariannes est l'une des régions du monde les plus actives sur le plan géodynamique où de tels événements se produisent. Cela indique que des processus actifs se déroulent dans le manteau sous la fosse des Mariannes.

Le deuxième graphique de l'image 81 montre l'augmentation du nombre des séismes de surface dans la fosse des Mariannes. Cette augmentation peut être décrite par une fonction exponentielle. Jusqu'à présent, aucun signe de diminution de cette tendance n'est observé.



**Image 80**

Le nombre total de séismes à foyer profond de magnitude M1+ dans la zone de la fosse des Mariannes de 1970 à 2023  
Source des données : International Seismological Centre (Centre sismologique international)  
<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>



**Image 81**

Le nombre total de séismes superficiels de magnitude M4+ dans la zone de la fosse des Mariannes de 1970 à 2023  
Source des données : International Seismological Centre (Centre sismologique international)  
<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>

Selon les données de l'USGS<sup>77</sup>, plus de 120 séismes consécutifs d'une magnitude supérieure à 4,0 ont été enregistrés dans la région de la fosse des Mariannes les 24 et 25 novembre 2023. Il s'agit du nombre le plus élevé de tremblements de terre en une journée dans la région depuis le début des observations. Cette récente activité sismique suggère que la situation sous la fosse des Mariannes ne fait qu'empirer.

Selon le modèle mathématique et tectonophysique, l'activité sismique et magmatique continuera d'augmenter de manière exponentielle, ce qui entraînera les événements suivants en 2036.

En raison de l'intensification de l'activité géologique à l'intérieur de la Terre, le magma pourrait pénétrer à travers la croûte terrestre dans la zone de la fosse des Mariannes. Sous l'effet de la pression extrême qui règne dans cette zone, une rupture totale pourrait se produire. Des milliards de mètres cubes d'eau à environ 0°C rencontreraient des milliards de mètres cubes de magma à une température de 1600°C, provoquant une explosion des milliers de fois plus puissante que l'arsenal de toutes les armes nucléaires de la Terre.

Cet événement pourrait soulever une colonne massive de vapeur mélangée à de la poussière à plus de 500 km de hauteur, capable d'ouvrir une brèche dans la thermosphère. Selon les modélisations, l'atmosphère, ayant perdu son intégrité, pourrait s'enrouler autour de la planète en raison des changements de tension superficielle et pourrait également être facilement emportée par le vent solaire. Il convient de noter que le développement d'un tel scénario entraînerait la perte de l'atmosphère, des océans et du champ magnétique, et probablement l'arrêt

de la rotation du noyau de la Terre, à l'instar de ce qui se serait produit sur Mars.

La fosse des Mariannes sur Terre, tout comme la vallée de Mariner sur Mars, est une région où la croûte planétaire est relativement fine. Autour de Mariner Valley, de vastes coulées de lave volcanique sont visibles, ce qui indique que Mariner Valley a été le site de changements géologiques importants qui ont influencé la dégradation de l'état de Mars.

Des processus géologiques similaires sont actuellement observés dans la fosse des Mariannes et se sont probablement produits dans la vallée de Mariner sur Mars. Il est suggéré que de tels processus pourraient avoir des conséquences importantes pour la Terre et ses formes de vie biologique. Toutefois, si les tendances exponentielles actuelles dans l'évolution des changements sur la Terre continuent de progresser, l'humanité pourrait ne pas être en mesure d'assister à la transition de la Terre vers un état semblable à celui de Mars, car elle risque de disparaître plus tôt pour d'autres raisons.

Selon des données actualisées, le taux d'augmentation des catastrophes dépasse même les prévisions les plus pessimistes. Cela signifie que l'humanité n'a pratiquement plus de temps pour faire face aux conséquences de la pollution anthropique des océans et à la question de l'influence cosmique externe. La tendance exponentielle du nombre et de l'intensité des catastrophes climatiques et géodynamiques de la Terre place l'humanité au bord de l'extinction dans les dix prochaines années.

Y a-t-il une raison de croire que les changements climatiques actuels s'arrêteront d'eux-mêmes ? Les données scientifiques

<sup>77</sup>USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data.

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22%22Search%20Results%22%22params%22%7B%22starttime%22%222023-11-23%2000:00:00%22%22endtime%22%222023-11-26%2023:59:59%22%22maxlatitude%22:29.075%22minlatitude%22:6.49%22maxlongitude%22:155.215%22minlongitude%22:133.242%22minmagnitude%22:2.5%22orderby%22%22time%22%7D%7D>

indiquent que même l'arrêt de toutes les émissions anthropiques de dioxyde de carbone n'arrêterait pas les changements climatiques en cours. La raison pour laquelle l'humanité se dirige vers un point de non-retour prévu est le facteur anthropique : la fonction de l'océan de disperser la chaleur a été compromise par sa pollution par des micro- et nano plastiques, ce qui coïncide avec l'afflux d'énergie cosmique supplémentaire à l'intérieur de la Terre.

Par conséquent, même un arrêt complet de l'activité industrielle n'améliorerait pas radicalement l'équilibre climatique, car les processus globaux de réchauffement de l'intérieur de la Terre ont déjà été enclenchés. L'une des solutions à cette situation critique consiste donc à étudier l'influence cosmique externe qui affecte actuellement le noyau de notre planète et les noyaux des autres planètes du système solaire.

L'atténuation de cette menace nécessite l'élaboration de solutions efficaces. Malgré la connaissance scientifique limitée de cette

influence, nous pouvons observer que les noyaux des planètes interagissent avec elle. On peut donc conclure que l'influence cosmique externe est un phénomène physique inconnu. Ce problème étant de nature physique, sa solution relève également du domaine de la physique. Pour aborder cette question, il est nécessaire de réunir des scientifiques de premier plan du monde entier afin qu'ils puissent concentrer tous leurs efforts sur l'étude de ce problème physique.

Pour atteindre cet objectif, il est essentiel de sensibiliser la communauté mondiale à ce problème. C'est seulement lorsqu'émergera une demande universelle, incitant les gouvernants à créer les conditions pour une union des scientifiques du monde entier dans la recherche de solutions aux problèmes climatiques, que nous aurons une chance de survivre, d'avoir un avenir et d'avoir un avenir pour nos enfants.

---

## **PARTIE 3**

# **UNE SOLUTION EST POSSIBLE**

On peut se demander les raisons de l'absence de diffusion publique d'informations sur l'ampleur réelle de la menace climatique et de l'absence de discussions de haut niveau à ce sujet parmi les scientifiques aussi bien que parmi les politiciens. La réponse réside dans le fonctionnement du subconscient humain. Le subconscient est organisé de telle sorte que, s'il ne voit pas d'issue à une situation critique, il bloque tout simplement la réalité et nie l'existence de la menace.

C'est pourquoi de nombreuses personnes qui se sont familiarisées avec les faits décrits ci-dessus et qui ont reçu des preuves exhaustives de l'imminence d'une catastrophe planétaire, ne réagissent pas de manière adéquate à la situation. Elles ne croient pas que l'humanité sera capable de relever ce défi et de survivre. L'objectif principal de ce rapport est de démontrer qu'il existe une solution à l'effondrement du climat.

## LA RESTAURATION DE L'OcéAN

Une condition préalable importante pour la survie de l'humanité est la restauration de la fonction de l'océan d'éliminer la chaleur de l'intérieur. Dans le cas contraire, comme indiqué précédemment, la planète Terre pourrait atteindre le point de non-retour prévu au cours de ce cycle. Examinons plus en détail les processus qui jouent le rôle le plus important dans la manifestation du risque catastrophique de percée magmatique dans la région de la fosse des Mariannes.

Au cours du cycle de 12 000 ans, le noyau de la planète surchauffe le manteau sous l'effet de l'influence cosmique externe. Au cours de ce cycle, l'excès de chaleur ne s'échappe pas du manteau en raison de l'échec de la fonction de refroidissement de l'océan pour des raisons anthropiques. Cela contribue à une augmentation anormale de la température du magma et à une fonte intense du manteau.

Le magma situé à proximité du noyau devient extrêmement chaud et fluide, rongant activement le manteau et formant de nouvelles voies d'ascension vers la surface de la Terre. Selon le modèle, cela conduit à la formation de conduits et de rivières de magma dans le manteau. Des éléments indiquent que ce processus est déjà perceptible en Sibérie.

Selon cette hypothèse, lorsque des rivières magmatiques entrent en collision, il se produit des explosions intra-manteau causées par des réactions nucléaires qui libèrent de grandes quantités d'énergie. Ces explosions déstabilisent le noyau terrestre et augmentent encore la température à l'intérieur de la planète et l'activité sismique dans la croûte terrestre.

Selon des calculs mathématiques, la fonte du manteau terrestre s'accélère et, d'ici à la fin de 2024, lorsque l'impact cosmique externe sur le noyau va s'intensifier, le réchauffement et la fonte

du magma augmenteront de manière significative. Le magma devrait remonter de plus en plus près de la surface au fil du temps.

La modélisation tectonophysique montre que lorsque l'ensemble du manteau aura fondu, les tremblements de terre à foyer profond cesseront, et la croûte terrestre pourrait être facilement rompue par le magma dans la région de la fosse des Mariannes.

C'est pour cette raison que le rétablissement de la fonction océanique est essentiel à la survie de l'humanité et de la planète.

Une autre conséquence de la perturbation anthropique de la dissipation de la chaleur océanique est l'excès d'humidité dans l'atmosphère.

Lorsque la température des eaux océaniques augmente, l'humidité s'évapore de manière intensive. En s'évaporant, la vapeur d'eau emporte avec elle l'énergie thermique de l'océan. Lorsque l'air humide s'élève et atteint les couches plus froides de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense, c'est-à-dire qu'elle redevient de l'eau liquide. Cela conduit à la formation de nuages et, finalement, à des précipitations anormales, à des inondations et à des crues.

Nous faisons face à un paradoxe : il y a plus de vapeur d'eau dans l'atmosphère, le nombre des inondations extrêmes augmente dans le monde entier, mais en même temps la moitié du globe souffre de sécheresse. Ce phénomène est dû à l'augmentation des températures atmosphériques. Plus la température de l'air est élevée, plus il peut contenir d'humidité. Une fois que l'humidité s'évapore, elle reste longtemps dans l'atmosphère sans revenir sur terre sous forme de précipitations. Cela entraîne de longues périodes de sécheresse dans certaines régions.

L'atmosphère chaude et humide favorise

également la formation de cyclones tropicaux et augmente leur pouvoir destructeur. L'air chaud et humide s'élève en raison de sa faible densité, formant des zones de basse pression, ce qui augmente la vitesse des vents. Lorsque l'eau présente dans l'atmosphère se condense, elle rend toute l'énergie thermique stockée qui a été absorbée lors de l'évaporation. Cette chaleur est la principale source d'énergie des cyclones tropicaux. Lorsque le vent, l'eau et la chaleur se combinent, ils acquièrent un pouvoir destructeur.

La possibilité de restaurer les fonctions de l'océan, notamment sa capacité à éliminer la chaleur du sous-sol et à maintenir la stabilité de l'environnement, peut être réalisée grâce à l'utilisation généralisée de dispositifs permettant d'extraire l'eau de l'air - les générateurs d'eau atmosphérique (GEA). Ceux-ci permettraient non seulement de fournir suffisamment d'eau à l'ensemble de la population mondiale, mais aussi de nettoyer les océans des micro- et nano-plastiques.

Comme nous l'avons vu dans la deuxième partie de ce rapport, les plastiques et les microplastiques, en raison de leur composition chimique unique, interfèrent avec la conductivité thermique des océans, empêchant la chaleur de s'échapper de la subsurface. Avec l'adoption massive des GEA, l'eau qui s'évapore de l'océan et qui contient des microplastiques passera à travers les filtres de l'appareil, qui enlèveront tous les contaminants. Ce qui reste dans le filtre sera recyclé et utilisé ultérieurement.

L'élimination de ces polluants rétablira la capacité de l'océan à évacuer la chaleur de la croûte terrestre vers l'atmosphère et l'espace. Cela améliorera également la conductivité thermique de l'atmosphère elle-même, ce qui signifie que la chaleur sera mieux dissipée dans l'espace lorsque l'atmosphère sera débarrassée de l'excès d'humidité, de méthane et de CO<sub>2</sub>.

Aujourd'hui, on enregistre une baisse de

la densité et un abaissement des couches supérieures de l'atmosphère. Lorsque l'humidité est éliminée de manière intensive de l'atmosphère, celle-ci se normalise en hauteur et les couches supérieures deviennent plus denses. La quantité d'humidité dans l'atmosphère se stabilise également, ce qui réduira la quantité de précipitations et de vents extrêmes. Cela sera possible grâce à une transition complète de la consommation actuelle d'eau de surface et d'eau souterraine à l'utilisation de l'eau extraite de l'atmosphère par ces dispositifs, tant au niveau domestique qu'au niveau industriel.

Examinons les mesures nécessaires pour rétablir les échanges d'humidité et de chaleur entre l'océan, l'atmosphère et la surface de la croûte terrestre.

La première étape consiste à passer complètement à l'utilisation de générateurs d'eau atmosphérique (GEA) sur l'ensemble de la planète. Il ne serait alors plus nécessaire de puiser de l'eau dans les sources de surface et les nappes phréatiques. Les GEA peuvent produire la quantité d'eau nécessaire à la fois pour les besoins quotidiens et pour l'industrie. Ils seront essentiels en cas de crise de l'eau et garantiront la durabilité de l'approvisionnement en eau, ce qui permettra de réaliser pleinement plusieurs objectifs de développement durable des Nations unies, tels que :

- **Objectif 6.** Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable ;
- **Objectif 9.** Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation
- **Objectif 13.** Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions
- **Objectif 14.** Conserver et utiliser de

manière durable les océans, les mers et les ressources marines à des fins de développement durable

- **Objectif 15.** Protéger et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité
- **Objectif 17.** Redynamiser le Partenariat mondial pour le développement et le revitaliser.

La deuxième étape importante sera l'introduction de générateurs d'énergie sans carburant (GSC), qui sont nécessaires pour fournir l'énergie nécessaire et abordable aux GEA en raison de leur intensité énergétique.

Par ailleurs, l'humidité nécessaire aux usines de production d'eau doit être reconstituée à partir de sources naturelles, qui doivent être nettoyées au préalable. À cette fin, les réservoirs ouverts et les barrages doivent également être supprimés. C'est l'introduction du GSC qui réduira la dépendance à l'égard de l'énergie hydroélectrique et permettra d'ouvrir les barrages. Les cours d'eau retrouveront leur lit naturel et leur débit naturel. Les eaux stagnantes seront ainsi éliminées et les rivières reviendront à la vie, permettant à l'eau propre de se déverser dans l'océan. De cette manière, la pollution ne pénétrera plus dans l'océan à partir des continents.

Ces mesures permettront également de réaliser un certain nombre d'objectifs de développement durable suivants, adoptés par l'Assemblée générale des Nations unies :

- **Objectif 7.** Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et

modernes, à un coût abordable

- **Objectif 8.** Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous
- **Objectif 9.** Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation
- **Objectif 11.** Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables
- **Objectif 13.** Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions

Au cours de la troisième phase du rétablissement des échanges d'humidité et de chaleur entre l'océan, l'atmosphère et la surface de la croûte terrestre, les systèmes d'égouts devraient être reconstruits. L'eau ne doit pas être rejetée dans des plans d'eau ouverts. Elle doit s'infiltrer dans le sol et subir une purification naturelle à travers les couches du sol avant d'atteindre les masses d'eau.

Les approches scientifiques et pratiques proposées peuvent constituer une nouvelle révolution scientifique et technique. Elles visent à assurer un approvisionnement durable en eau et une utilisation équilibrée des ressources en eau. Mais surtout, elles peuvent réduire l'impact négatif sur le système climatique de la planète. Ces mesures ont un énorme potentiel pour changer sérieusement la situation écologique, en rendant notre planète plus résistante aux défis climatiques.

L'effet anticipé du prélèvement d'eau dans l'atmosphère est estimé comme suit : 70 % des problèmes liés à la détérioration du climat peuvent être résolus en prélevant de l'eau dans l'atmosphère. Les 30 % restants seront résolus

par le traitement des eaux usées, et cette tâche est donc également primordiale.

Si les mesures proposées sont mises en œuvre, selon les estimations préliminaires, des résultats tangibles seront visibles d'ici 2 à 3 ans. Au cours de la première année suivant la mise en œuvre, la situation peut se dégrader, mais après environ 8 à 14 mois, les échanges de chaleur et d'humidité entre l'océan et l'atmosphère commenceront à s'améliorer. Au bout de deux ans, les premiers résultats positifs sont attendus. La nature commencera à revivre et les

phénomènes atmosphériques deviendront plus équilibrés. Dans 5 à 8 ans, on verra clairement à quel point les eaux commenceront à s'assainir. Les océans retrouveront ainsi leur fonction de refroidissement de la planète. Les inondations et les sécheresses appartiendront au passé, et les vents inutiles et les variations de température diminueront. Le climat devrait devenir plus doux et plus prévisible.

## CONCLUSIONS

Les pertes augmenteront dans le monde entier proportionnellement à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles. Il est extrêmement important de calculer les dommages potentiels des catastrophes climatiques à venir, en tenant compte de la progression exponentielle, qui correspond à la tendance mondiale à l'augmentation des cataclysmes.

Ainsi, plus les événements climatiques extrêmes sont intenses et répandus, plus les prix risquent d'augmenter et moins les économies mondiales seront stables. Il est particulièrement important de prendre en compte ce point dans le contexte des catastrophes mondiales causées par des facteurs géodynamiques et anthropogéniques qui ont été décrites dans ce rapport.

Pour s'attaquer efficacement à ce problème, il est nécessaire d'instaurer une coopération internationale entre les scientifiques qui

peuvent mettre en commun leurs efforts et leurs ressources pour élaborer et mettre en œuvre des mesures globales. Aujourd'hui, la science moderne est divisée, fragmentée en domaines et disciplines scientifiques étroitement spécialisés qui n'interagissent pas les unes avec les autres. Naturellement, dans de telles conditions de fragmentation globale, il est impossible d'analyser et d'étudier de manière exhaustive cette menace planétaire. Si les conditions d'une coopération ouverte sont créées, les scientifiques ne partiront pas de zéro, car il existe déjà des développements réels et une compréhension des relations de cause à effet dans ce domaine.

Il est maintenant nécessaire d'agir rapidement et de gérer judicieusement le temps restant.

## Annexe 1

### La méthode de fusion des bases de données sur les tremblements de terre

Des données sur les tremblements de terre ont été recueillies auprès de divers services sismologiques importants tels que le Centre sismologique international (CSI)<sup>78</sup>, l'United States Geological Survey (USGS)<sup>79</sup>, l'Integrated Research Institutes for Seismology (IRIS)<sup>80</sup>, le Centre sismologique euro-méditerranéen (CSEM)<sup>81</sup> et la ressource de regroupement des tremblements de terre Volcano Discovery (VD)<sup>82</sup>. Afin d'obtenir l'image la plus complète possible de la situation des tremblements de terre, nous créons une base de données dans laquelle nous regroupons les événements provenant de toutes ces sources. Naturellement, certains événements sont présents dans plusieurs bases de données, il est donc nécessaire d'identifier les événements identiques et de les regrouper lors du processus de fusion.

Cependant, chaque service sismologique évalue les paramètres des tremblements de terre (hypocentre, heure et magnitude) selon ses propres algorithmes et sur la base de certains ensembles de sismographes, de sorte qu'une comparaison stricte et sans ambiguïté des événements uniquement en fonction de l'heure, de l'hypocentre et de la magnitude est impossible. C'est pourquoi nous utilisons la méthode de correspondance floue des événements dans deux bases de données à l'aide de l'algorithme suivant.

Nous définissons l'événement A de la première base de données  $D_1$  comme pouvant être lié à l'événement B de la seconde base de données  $D_2$  si la distance entre leurs épicentres ( $D_{diff}(A,B)$ ) est inférieure ou égale à 300 km, la différence de temps de l'événement ( $T_{diff}(A,B)$ ) est inférieure à 90 secondes et la différence

dans les estimations de magnitude ( $M_{diff}(A,B)$ ) est inférieure ou égale à 1. Étant donné qu'il existe plusieurs types de magnitudes de séismes et que, en particulier, le catalogue ISC fournit souvent plusieurs estimations de magnitude pour un seul événement. Ainsi  $M_{diff}(A,B)$  est défini comme la différence de magnitude minimale  $\min(\text{abs}(M_a - M_b))$  avec  $M_a$  comme magnitude de l'événement A et  $M_b$  comme magnitude de l'événement B, à l'aide de l'algorithme suivant :

Si A et B ont une magnitude de type Mw,  $M_a$  et  $M_b$  sont choisis parmi les types Mw ;

Ou, si A et B ont une magnitude de type Ms, alors  $M_a$  et  $M_b$  sont choisis parmi les types Ms ;

Ou, si A et B ont une magnitude de type mb, alors  $M_a$  et  $M_b$  sont choisis parmi les types mb ;

Ou, si A et B ont une magnitude de type ML,  $M_a$  et  $M_b$  sont choisis parmi les types ML ;

Dans tous les autres cas, n'importe quelle magnitude de A et n'importe quelle magnitude de B sont choisies pour remplir la condition :  $\text{abs}(M_a - M_b)$  est minimal.

Pour deux événements liés A et B, la valeur de leur couplage est calculée comme suit :

$$V(A,B) = 36 - 16 * T_{diff}(A,B)^2 / 8100 - 16 * D_{diff}(A,B)^2 / 90000 - 4 * M_{diff}(A,B)^2,$$

où  $T_{diff}(A,B)$  est mesuré en secondes,  $D_{diff}(A,B)$  en kilomètres et  $M_{diff}(A,B)$  en magnitude. Pour deux événements A et B absolument identiques, la valeur de  $V(A,B)$  est de 36. Pour deux événements A et B qui sont à la limite de la correspondance possible, la valeur de  $V(A,B)$  est de 0.

Pour trouver une correspondance,

<sup>78</sup> ISC Bulletin: event catalogue search <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/>

<sup>79</sup> USGS Search Earthquake Catalog <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

<sup>80</sup> IRIS Wilber 3: Select Event [http://ds.iris.edu/wilber3/find\\_event](http://ds.iris.edu/wilber3/find_event)

<sup>81</sup> EMSC Search earthquakes [https://www.emsc-csem.org/Earthquake\\_information/](https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/)

<sup>82</sup> Volcano Discovery Earthquakes <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>

il faut que chaque événement d'une base de données ne corresponde pas à plus d'un événement de l'autre base de données et que la somme de toutes les valeurs de  $V(A,B)$  pour les paires d'événements sélectionnées soit maximale. Formellement, nous pouvons définir un graphe  $G$  avec un ensemble de sommets formés par tous les événements de  $D_1$  et  $D_2$  avec un ensemble des segments formés par des paires d'événements éventuellement liés. La valeur d'un segment entre les sommets  $A$  et  $B$  est égale à  $V(A,B)$ . Le problème d'optimisation ainsi formulé est connu sous le nom de correspondance avec le poids maximal dans les graphes bipartis et peut être résolu à l'aide d'algorithmes standard<sup>83</sup>.

Cet algorithme permet d'obtenir la correspondance ayant le poids maximal entre les événements de  $D_1$  et  $D_2$  et de considérer les événements correspondants comme identiques. Ainsi, la base de données fusionnée  $D_m$  est formée à partir des événements de  $D_1$  et des événements non correspondants de  $D_2$ . Si un événement de  $D_1$  correspond à un événement de  $D_2$ , les données d'amplitude de  $D_2$  sont ajoutées à l'ensemble des estimations d'amplitude pour l'événement correspondant dans  $D_m$ . En commençant par la base de données ISC et en fusionnant successivement les bases de données de USGS, IRIS, EMSC et Volcano Discovery (VD), nous avons obtenu la base de données fusionnée finale (Merged).

Pour construire des graphiques comparant le nombre de tremblements de terre dans différentes bases de données, il est généralement nécessaire de limiter les données à une certaine gamme de magnitudes. Pour éviter les différences dans le nombre de tremblements de terre causées par des estimations de magnitude différentes provenant de plusieurs bases de données, nous utilisons la base de données fusionnée pour sélectionner des événements dans une plage de magnitudes donnée et les représenter graphiquement (elle peut contenir plusieurs estimations de magnitude pour chaque événement). Nous avons utilisé deux approches différentes:

1. La première méthode consiste à inclure un événement dans l'échantillon d'événements si l'une des estimations de l'ampleur de cet événement se situe dans la fourchette d'ampleur requise.
2. La seconde méthode, plus complexe, consiste à sélectionner une estimation préférentielle de l'ampleur et à inclure l'événement dans l'échantillon si l'estimation préférentielle se situe dans la fourchette d'ampleur requise. Nous sélectionnons l'estimation préférentielle de la magnitude en recherchant parmi les estimations des types de magnitudes suivants (par ordre de préférence) :  $M_w$ ,  $M_L$ ,  $M_S$ ,  $M_b$ ,  $M_{VD}$  (il s'agit de l'estimation de magnitude de la base de données Volcano Discovery, puisque le type de magnitude n'est pas disponible dans cette base de données),  $M_D$  et  $M_V$ . Si une estimation de magnitude d'un type donné est trouvée pour un événement, toutes les estimations de magnitude du type sélectionné pour cet événement sont utilisées. La médiane est ensuite calculée et la magnitude coïncidant avec la médiane est sélectionnée. Si, pour un événement donné, il n'existe aucune estimation de l'un des types susmentionnés (ce qui est rare, quelques pour cent seulement des événements dans l'ensemble de la base de données), tout type de magnitude dont la valeur coïncide avec la médiane calculée pour toutes les magnitudes de cet événement est sélectionné.

La différence entre le nombre d'événements obtenus en utilisant la première et la deuxième méthode de sélection des événements dans un intervalle de magnitude donné est faible. Elle est généralement de l'ordre de quelques pour cent. Pour le graphique du nombre de tremblements de terre par an (images 7 et 9) dans chaque base de données, la première méthode de sélection des événements dans la base de données fusionnée a été utilisée. Pour les graphiques du nombre d'événements sismiques uniques (image 10) dans les différentes bases de données, la deuxième méthode de sélection des séismes dans une plage de magnitude donnée a été utilisée.

<sup>83</sup>Nitish Korula, Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>

## Références

- Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018). Sovremennyye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyh jemul'sij i nefteproduktov. [Modern means of purifying water from oil-fat emulsions and petroleum products]. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.
- Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>
- Androsova, N. K., Baranova, T. I., & Semykina D.V. (2020). Geological past and present of the Earth's magnetic poles. *EARTH SCIENCES/ "Colloquium-journal"*, 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388
- AON. (2023). Weather, Climate and Catastrophe Insight. <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25ce-a768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42.
- Arushanov, M. L. (2023). Causes of Earth climate change, as a result of space impact, dispelling the myth about anthropogenic global warming. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>
- Arushanov, M. L. (2023). *Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory*. [Climate Dynamics. Cosmic Factors]. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.
- Aubourg, L., (2024, January 12). Editors' notes 2023's record heat partly driven by 'mystery' process: NASA scientist <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>
- Barkin, Yu.V. (2009). Ciklicheskie inversionnyie izmenenija klimata v severnom i juzhnom polusharijah Zemli [Cyclic Inversion Climate Change in the Northern and Southern Hemispheres of Earth]. *Geology of the Seas and Oceans: Materials of the XVIII International Scientific Conference (School) on Marine Geology. Vol. III. - Moscow: GEOS. pp. 4-8.*
- Barkin, Yu.V., & Barkin, M. Yu., (2014). Novaja analiticheskaja teorija vrashhenija Zemlstat'ja [New Analytical Theory of Earth's Rotation]. *Engineering Journal: Science and Innovation*, 12(36). <https://istina.msu.ru/publications/article/7735956/>
- Barkin, Yu. V. & Smolkov, G. Ya. (2013). Abrupt changes in the trends of geodynamic and geophysical phenomena in 1997-1998. In *All-Russian Conf. on Solar-Terrestrial Physics, dedicated to the 100th anniversary of the birth of a corresponding member of the Russian Academy of Sciences Stepanov V.E. (September 16-21, 2013, Irkutsk)*, Irkutsk, 2013.
- Barletta, V. R., Bevis, M., Smith, B. E., Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, S. A., Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., Kendrick, E., Konfal, S., Caccamise, D. J., Aster, R. C., Nyblade, A., & Wiens, D. A. (2018). Observed rapid bedrock uplift in Amundsen Sea Embayment promotes ice-sheet stability. *Science*, 360(6395), 1335–1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>
- Baturin, A. M. (2001). Periodichnost globalnykh katastrof - 12166 let. [Periodicity of Global Catastrophes - 12166 years"] Monograph. Kursk CSTI.
- Belozеров, I. M. (2008). Nature as viewed by a physicist. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, 12(68). <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>
- Bowling, J. S., Livingstone, S. J., Sole, A. J., & Chu, W. (2019). Distribution and dynamics of Greenland subglacial lakes. *Nature Communications*, 10(2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>
- Briner, J. P., Cuzzone, J. K., Badgley, J. A., Young, N. E., Steig, E. J., Morlighem, M., Schlegel, N.-J., Hakim, G. J., Schaefer, J. M., Johnson, J. V., Lesnek, A. J., Thomas, E. K., Allan, E., Bennike, O., Cluett, A. A., Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E., & Nowicki, S. (2020). Rate of mass loss from the Greenland Ice Sheet will exceed Holocene values this century. *Nature*, 586(7827), 70–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>
- Broquet, A., & Andrews-Hanna, J. C. (2022). Geophysical evidence for an active mantle plume underneath Elysium Planitia on Mars. *Nature Astronomy*, 7, 160–169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>
- Brown, S. K., Crosweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5). <https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>
- Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>
- Bushuev, E. V., & Kopylov, I. P. (2005). *Kosmos i Zemlja. Elektromekhanicheskie vzaimodejstvija*. [Space and Earth. Electromechanical Interactions]. Monograph. Moscow: Energy.
- Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. *Nature Communications*, 12, 6921. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27225-4>
- Cesca, S., Segan, M., Rudzinski, Ł., Vajedian, S., Niemi, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022). Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. *Communications Earth & Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>
- Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yogodzinski, G., & Lupton, J. (2014). The Cobb hot spot: HIMU-DMM mixing and melting controlled by a progressively thinning lithospheric lid. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(8), 3107–3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>

- Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>
- Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
- Copernicus. (2024, January 9) Copernicus: 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5°C limit <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>
- Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>
- Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>
- Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>
- Danilov, A. D., & Konstantinova, A. V. (2014). Reduction of the atomic oxygen content in the upper atmosphere. *Geomagnetizm i Aeronomija*. [Geomagnetism and Aeronomy], 54(2), 224–229. <https://doi.org/10.1134/S0016793214020066>
- Danilov, A.D., Konstantinova, A.V. (2020). Long-Term Variations in the Parameters of the Middle and Upper Atmosphere and Ionosphere (Review). *Geomagnetizm i Aeronomija* [Geomagnetism and Aeronomy], 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>
- Davidson, B. (2021). *The next end of the world*. Space Weather News. ISBN 9781098357788
- Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L., & Bauer-Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>
- Dyachenko, A. I. (2003). *Magnetic Poles of the Earth*. Moscow: MCCME. 48 p.
- Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>
- Earth Observatory. (n.d). Antarctic warming trends. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>
- Easterbrook, D. J. (2016). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming*, (2nd Ed.) Elsevier. Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>
- EM-DAT. (n.d.). *Inventorying hazards & disasters worldwide since 1988*. <https://www.emdat.be>
- Emmert, J. T., Lean, J. L., & Picone, J. M. (2010). Record-low thermospheric density during the 2008 solar minimum. *Geophysical Research Letters*, 37(12). <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>
- EMSC. (n.d.). *EMSC Search earthquakes*. [https://www.emsc-csem.org/Earthquake\\_information/](https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/)
- Fernando, B., Daubar, I. J., Charalambous, C., Grindrod, P. M., Stott, A., Abdullah Al Ateqi, Atri, D., Ceylan, S., Clinton, J., Fillingim, M. O., Hauber, E., Hill, J. R., Kawamura, T., Li, J., Lucas, A., Lorenz, R. D., Ojha, L., Perrin, C., S. Piqueux, & Stähler, S. C. ... Banerdt, W. B. (2023). A tectonic origin for the largest marsquake observed by InSight. *Geophysical Research Letters*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>
- Frattasi, P. (2023, May 8). Ai Campi Flegrei 675 terremoti ad aprile 2023: è il mese con più scosse degli ultimi 20 anni. [At the Phlegraean Fields, 675 earthquakes in April 2023: it is the month with the most tremors in the last 20 years]. [Fangage.it](https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/) <https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/>
- Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraiishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023). Subducting volcanoclastic-rich upper crust supplies fluids for shallow megathrust and slow slip. *Science Advances*, 9(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>
- GeoNet. (2022, December 2). Strong M5.6 earthquake consistent with continued minor volcanic unrest at Taupō. Volcanic Alert Level remains at Level 1. Volcanic Activity Bulletin. <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG0LYSgI>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). Long-term trend of the ionospheric E-layer response to solar flares. *Solnechno-Zemnaya Fizika* [Solar-Terrestrial Physics], 8(1): 51–57. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). On the causes of cooling and settling of the middle and upper atmosphere. *Izvestija RAN. Fizika atmosfery i okeana*. [News. Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Ocean Physics], 58(5), 601-614. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>
- Gorny, V. I. et al. (2001) Model of the mantle-lithospheric interaction based on data from Uralseys Geotraverse for prospecting seismology and remote geothermal method. *Deep structure and geodynamics of the Southern Urals*. Tver. pp. 227-238.

- Hapgood, C. H. (1958). *Earth's shifting crust: A key to some basic problems of earth science*. Pantheon Books, - Science.
- Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)
- Hruzdov, V. I. (October 2021). Nejtironnaja Vselennaja, Gl. 10. Raschjot nejtronnogo jadra Zemli [Neutron Universe. Ch. 10. Calculation of the Earth's neutron core]. Moscow: Libmonster Russia. Retrieved from: <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>
- IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory. (n.d.). Length of day — Earth Orientation Parameters: [https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)
- International Seismological Centre. (n.d.). Bulletin of the International Seismological Centre. <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin> <https://doi.org/10.31905/D808B830>
- IRIS. (n.d.). IRIS Wilber 3: Select Event [http://ds.iris.edu/wilber3/find\\_event](http://ds.iris.edu/wilber3/find_event)
- Kamis, J. E., (n.d.). Geologically induced northern atlantic ocean “warm blob” melting Southern Greenland ice sheet. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet>
- Kamis, J. E., (2016, November 3). West Antarctic glacial melting from deep earth geological heat flow not global warming. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>
- Khalilov, E. (Ed.). (2010). *Global changes of the environment: Threatening the progress of civilization*. GEOCHANGE: Problems of Global Changes of the Geological Environment, 1, London, ISSN 2218-5798.
- Kopylov, I. (2001, November 1) *Elektromekhanika Solnechnoj sistemy* [Electromechanics of the solar system]. NVO.
- Korula, N. (2010, February 18). *Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs*. Lecture in CS 598CSC: Combinatorial Optimization. <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>
- Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). *Science*, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>
- Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>
- Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>
- Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>
- Loose, B., Naveira Garabato, A. C., Schlosser, P., Jenkins, W. J., Vaughan, D., & Heywood, K. J. (2018). Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier. *Nature Communications*, 9(2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>
- Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>
- Lushvin, P., (2018, March 27). Prirodnye ravninnye pozhary i kak ih minimizirovat' — 2 [Natural Grassland Fires and How to Minimize Them — 2]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/2395754>
- Lushvin, P., (2019). Natural Plain Fires and How to Minimize Them. Presentation at the 26th meeting of the All-Russian Interdisciplinary Seminar-Conference of the Geological and Geographical Faculties of Moscow State University “Planet Earth System,” January 30 — February 2, 2018.
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). Development of ice cover in water areas during methane. *International Journal of Geosciences*, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). History of observations of seismogenic phenomena in the atmosphere and formalization of their decryption. *International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences*, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>
- Malinin V. N. & Vaynovsky P. A. (2021). Trends of moisture exchange components in the ocean-atmosphere system under global warming conditions”, *Reanalysis-2. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space] 18(3), 9-25. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25
- Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed ocean bottom temperature variability at four sites in the northwestern argentine basin: Evidence of decadal deep/abyssal warming amidst hourly to interannual variability during 2009–2019. *Geophysical Research Letters*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>
- Mersereau, D., (2023, September 9). A world first, every tropical ocean saw a Category 5 storm in 2023. *The Weather Network*. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>

- Mikhaylova R.S. (2014). Strong earthquakes in the mantle and their impact in the near and far zone. Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>
- Mikhailova, R. S., Ulubieva, T. R., & Petrova N. V. (2021). The Hindu Kush earthquake of October 26, 2015, with Mw=7.5, 10~7: Preceding Seismicity and Aftershock Sequence. *Earthquakes of Northern Eurasia*, 24, 324–339. <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.31>
- Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2024). NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73
- Nippon. (2018, May 16). Sakurajima, Japan's Most Active Volcano. <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>
- Oppo, D. (2013, October 31). Is global heating hiding out in the oceans? Columbia Climate School. The Earth Institute. <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130>
- Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>
- Otosaka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Mass Balances of the Antarctic and Greenland Ice Sheets Monitored from Space. *Surveys in Geophysics*, 44:1615–1652. <https://doi.org/10.1007/s10712-023-09795-8>
- Petrov, N. V. (2015). The Climate of the Earth: The solution to the problem of climate change of the Earth from the position of the law the preservation of life in space. *Ecology and Society Development: Journal of the International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences*, 4, 11-23. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>
- Pisoft, P., Sacha, P., Polvani, L. M., Añel, J. A., de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Miksovsky, J., Zak, M., & Rieder, H. E. (2021). Stratospheric contraction caused by increasing greenhouse gases. *Environmental Research Letters*, 16, 064038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>
- PMODWRC. (n.d.). Solar Constant: Construction of a Composite Total Solar Irradiance (TSI) Time-Series from 1978 to the Present <https://www.pmodwrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>
- Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Epidemii v obstanovke bol'shogo solnechnogo minimuma [Epidemics in the context of a major solar minimum]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/2913426>
- Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Opasnyj mif antropogennogo potepleniya [The dangerous myth of anthropogenic warming]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/3101660>
- Rezvanbehbahani, S., Stearns, L. A., Kadivar, A., Walker, J. D., & van der Veen, C. J. (2017). Predicting the geothermal heat flux in Greenland: A machine learning approach. *Geophysical Research Letters*, 44(24), 12,271-12,279. <https://doi.org/10.1002/2017gl075661>
- Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>
- Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)
- Rosenthal, Y., Linsley, B. K., & Oppo, D. W. (2013). Pacific ocean heat content during the past 10,000 years. *Science*, 342(6158), 617–621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>
- Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J., & Sej, M. K. (2018). High geothermal heat flux in close proximity to the Northeast Greenland Ice Stream. *Scientific Reports*, 8(1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>
- Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo lacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>
- Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>
- Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginit, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>
- Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>
- Smotrin E. G., candidate of military sciences. (1998). Natural disasters and catastrophes — the main threat to planetary and Eurasian security upon entering the 3rd millennium AD. *Geostrategy and Technologies XXI*. <http://www.geost-21.su/ru/node/1>

- Strass, V. H., Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M., & Boebel, O. (2020). Multidecadal warming and density loss in the Deep Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Climate*, 33(22), 9863–9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>
- Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Frequent marine heatwaves hidden below the surface of the global ocean. *Nature Geoscience*, 16(12), 1099–1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>
- Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>
- Swiss Re Institute. (2023, December 14). Natural catastrophes in focus: Tornados, hail and thunderstorms. <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>
- Tarasov, L. V. (2012) *Earth magnetism: A textbook*. Dolgoprudny: Intellect Publishing House, 184 p.
- Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr.
- Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P wave tomography beneath Greenland and surrounding regions: 1. crust and upper mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>
- The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>
- The Watchers. (2023, February 23). Increased seismic activity under Trident volcano, Alaska. <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>
- van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>
- United Nations. (n.d.). Her land. Her rights. <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>
- USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22:%22Search%20Results%22,%22params%22:%7B%22starttime%22:%222023-11-23%2000:00:00%22,%22endtime%22:%222023-11-26%2023:59:59%22,%22maxlatitude%22:29.075,%22minlatitude%22:6.49,%22maxlongitude%22:155.215,%22minlongitude%22:133.242,%22minmagnitude%22:2.5,%22orderby%22:%22time%22%7D%7D>
- USGS. (n.d.). USGS Search Earthquake Catalog. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
- Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>
- Vogt, D. B. (2007). *God's Day of Judgment; The real cause of global warming (1st Ed.)*. Vector Associates.
- Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality*. Vector Associates.
- Volcano Discovery. (n.d.). Volcano Discovery Earthquakes. <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>
- Volcano Hazards Program. (2015, September 17). Mauna Loa - earthquake and deformation data 2010-2016. <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>
- Vsegei. (n.d.). Tajaniju Idov Grenlandii sposobstvuet Islandskij pljum [The melting of Greenland's ice is facilitated by the Icelandic plume.] [https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase\\_id=1444325](https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325)
- White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron*, K. White, ISBN 0962891681.
- Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétaux, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). Satellites reveal widespread decline in global lake water storage. *Science*, 380(6646), 743–749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>
- Yurganov, L. N., Leifer, I., & Sunil Vadakkepuliymbatta. (2017). Evidences of accelerating the increase in the concentration of methane in the atmosphere after 2014: satellite data for the Arctic. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from Space]* 14(5), 248–258. [https://www.researchgate.net/publication/317587506\\_Evidences\\_of\\_accelerating\\_the\\_increase\\_in\\_the\\_concentration\\_of\\_methane\\_in\\_the\\_atmosphere\\_after\\_2014\\_satellite\\_data\\_for\\_the\\_Arctic](https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic)
- Zotov, L. V., Barkin, Y. V. & Lyubushin, A. A. (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [The motion of the geocenter and its geodynamics]. In 3rd. conf. Space geodynamics and modeling of global geodynamic processes, Novosibirsk, September 22-26, 2009, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. (pp. 98-101). Novosibirsk: Geo.