




Les évènements météorologiques extrêmes et le changement climatique

Un guide sur l'attribution pour les journalistes



Ben Clarke
University of Oxford

Friederike Otto
Imperial College London



world weather attribution

*Les auteurs aimeraient remercier
Wolfgang Blau et Rose Andreatta pour
leurs commentaires et suggestions.*

Indice

Introduction	4
Un aperçu sur les études d'attribution	6
Exemples d'études d'attribution.	10
Comment rendre compte des événements extrêmes lorsqu'il n'y a pas d'étude d'attribution ? .	14
Les vagues de chaleur.	16
Les inondations	19
Les cyclones tropicaux	22
Les fortes chutes de neige	24
Les sécheresses.	26
Les incendies	29
Les évènements météorologiques extrêmes et le changement climatique Récapitulatif. . . .	32

Introduction

Les événements météorologiques extrêmes, tels que les vagues de chaleur, les fortes pluies, les tempêtes et les sécheresses, deviennent plus fréquents et plus puissants dans de nombreuses régions du monde en raison du changement climatique provoqué par les activités humaines.

Les causes des événements extrêmes entraînant de graves répercussions suscitent un intérêt croissant de la part du public. De plus en plus, celui-ci se demande à quel point le changement climatique l'a provoqué, ou pas.

Mais tous les événements ne deviennent pas nécessairement plus probables, et les changements sont variables à travers le monde.

Ce guide a pour but d'aider les journalistes à approfondir la question. Il présente, pour commencer, la science de "l'attribution des événements extrêmes", qui évalue le degré d'influence du changement climatique sur les événements météorologiques. Il présente ensuite les conclusions qui peuvent être tirées concernant certains des phénomènes météorologiques extrêmes qui intéressent le plus le public, même si aucune étude scientifique spécifique n'est réalisée. Celles-ci se fondent sur les connaissances scientifiques les plus pointues, qui incluent les recherches sur les événements extrêmes récents et le dernier rapport du GIEC.

Trois erreurs courantes peuvent être commises par les médias lorsqu'ils couvrent des événements météorologiques extrêmes : ignorer le changement climatique comme cause de l'événement, attribuer l'événement au changement climatique sans en fournir aucune preuve, ou encore attribuer l'événement au changement climatique en le retenant comme cause unique.

Cela se produit notamment parce que la question du rôle du changement climatique dans le déclenchement d'un événement, bien qu'apparemment raisonnable, peut parfois être mal posée. Par exemple, si un gros fumeur développe un cancer du poumon, nous ne pouvons pas dire de façon certaine que les cigarettes ont provoqué la maladie - mais nous pouvons en revanche affirmer que les dégâts causés par le tabac l'ont rendu plus probable. De la même manière, le changement climatique ne peut pas causer un événement météorologique (dans une utilisation binaire du terme causer). Tous les événements météorologiques ont en effet des causes multiples, dont le hasard, reflétant la nature chaotique de la météo au jour le jour. Mais le changement climatique peut influencer la probabilité et l'intensité d'un événement, et donc sur l'impact de celui-ci sur les personnes, leurs biens et l'environnement. L'attribution des événements extrêmes est un moyen pour les scientifiques de fournir une réponse.

Encore récemment, les scientifiques évitaient de relier un événement particulier au changement climatique. Il mettaient plutôt l'accent sur les tendances constatées et soulignaient qu'un événement spécifique pouvait refléter ce que nous devons nous attendre à voir à l'avenir. Cependant, le changement climatique a déjà une profonde influence sur les conditions météorologiques que nous connaissons, et ce depuis des décennies. Ces dernières années, des méthodes ont été mises au point par les scientifiques qui permettent d'établir un lien entre le changement climatique et un événement météorologique extrême spécifique, en calculant dans quelle mesure la probabilité de survenue d'un événement et son intensité ont été influencées par le réchauffement climatique.

La réponse varie d'un événement à l'autre, en fonction du type de temps, du lieu, de la période de l'année, de sa gravité, de son étendue et de sa durée. Tous les phénomènes météorologiques extrêmes ne sont pas rendus plus fréquents et plus graves par le changement climatique. Certains d'entre eux peuvent même voir leur probabilité se réduire du fait du réchauffement, ou ne pas être particulièrement influencés. Les journalistes ont donc raison d'être prudents et de ne pas établir un lien qui pourrait ne pas exister.

L'objectif de ce guide est de les aider à rendre compte avec précision des phénomènes météorologiques extrêmes dans le contexte du réchauffement de la planète : comment informer au mieux le public des effets du changement climatique sur les phénomènes extrêmes que nous constatons de plus en plus, sans exagérer ni minimiser ce lien ?

Un aperçu sur les études d'attribution

L'idée d'étudier les effets du changement climatique sur des événements météorologiques individuels est venue d'un climatologue dont la maison était en train d'être inondée. Tandis qu'il regardait les eaux monter, il se posa la question des responsabilités concernant cet événement. **Qui est responsable** des impacts locaux du changement climatique global ? Est-il possible d'établir ce lien d'une manière scientifique rigoureuse ?

Les études d'attribution des événements calculent si, et dans quelle mesure, un événement extrême spécifique est rendu plus (ou moins) probable et plus intense en raison du changement climatique.

La **première étude sur l'attribution d'événements extrêmes** a été publiée en 2004. Elle portait sur la canicule survenue à l'été 2003 en Europe occidentale, qui a fait **70.000 victimes**. Après cette catastrophe régionale, les chercheurs ont utilisé des modèles climatiques pour déterminer le rôle joué par le réchauffement de la planète, en suivant les trois étapes décrites ci-dessous :

- **Tout d'abord**, ils ont simulé le climat actuel - réchauffé par les activités humaines - des milliers de fois. Concrètement, cela implique de faire et refaire tourner des simulations de modèles climatiques avec les mêmes conditions, produisant des milliers d'années théoriques de

météorologie dans le climat actuel. Cette méthode permet d'étudier les phénomènes météorologiques extrêmes, qui sont rares par définition. Grâce à ces simulations, les chercheurs ont pu compter le nombre de fois où une vague de chaleur aussi extrême que celle de 2003 pouvait se produire. Ils ont constaté qu'il s'agissait d'un événement très rare, même dans un monde réchauffé.

- **Ensuite**, les scientifiques ont simulé le climat tel qu'il serait sans aucune émission humaine, hors gaz à effet de serre et aérosols, supprimant ainsi le changement climatique causé par l'homme. La quantité de gaz à effet de serre présente dans l'atmosphère en raison de la combustion d'énergies fossiles étant connue, l'opération est relativement simple. Les scientifiques ont ensuite compté le nombre de fois où une telle vague de chaleur extrême se produirait. Leurs résultats ont montré que les occurrences étaient beaucoup plus rares, si rare que l'événement aurait été presque impossible sans l'influence de l'homme.
- **Enfin**, ils ont comparé les chiffres des deux séries de modélisation - avec et sans réchauffement climatique - et ont conclu que le changement climatique avait rendu des événements comme la canicule européenne au minimum deux fois plus probable. **Figure 1**

Depuis 2004, des études d'attribution ont été réalisées pour des événements météorologiques s'étant produits dans le monde entier par des chercheurs basés dans de nombreux pays, **pour l'essentiel situés au nord**. Il existe désormais **une méthode éprouvée** qui a enrichi les trois étapes décrites ci-dessus, pour évaluer de nombreux types d'événements météorologiques extrêmes.

En premier lieu, les scientifiques s'attachent à définir l'événement extrême. Ce n'est pas anodin, car le même événement - disons une vague de chaleur sur le Royaume-Uni - peut être décrit de plusieurs façons. Par exemple,

trois jours à plus de 30°C à Londres, ou dix jours à plus de 25°C en Angleterre et au Pays de Galles. Ce choix influence les résultats de l'étude d'attribution. L'approche moderne consiste à utiliser plusieurs définitions et à calculer les résultats pour chacune d'elles. Cela donne aux scientifiques une idée de la manière dont la définition de l'événement affecte les résultats, et leur permet d'adapter l'étude à l'aspect de l'événement qui a le plus fort impact. Par exemple, dans le cas ci-dessus, la vague de chaleur ayant touché Londres peut avoir eu un impact plus important car elle a été beaucoup plus sévère, bien qu'elle ait concerné une zone géographique plus restreinte.

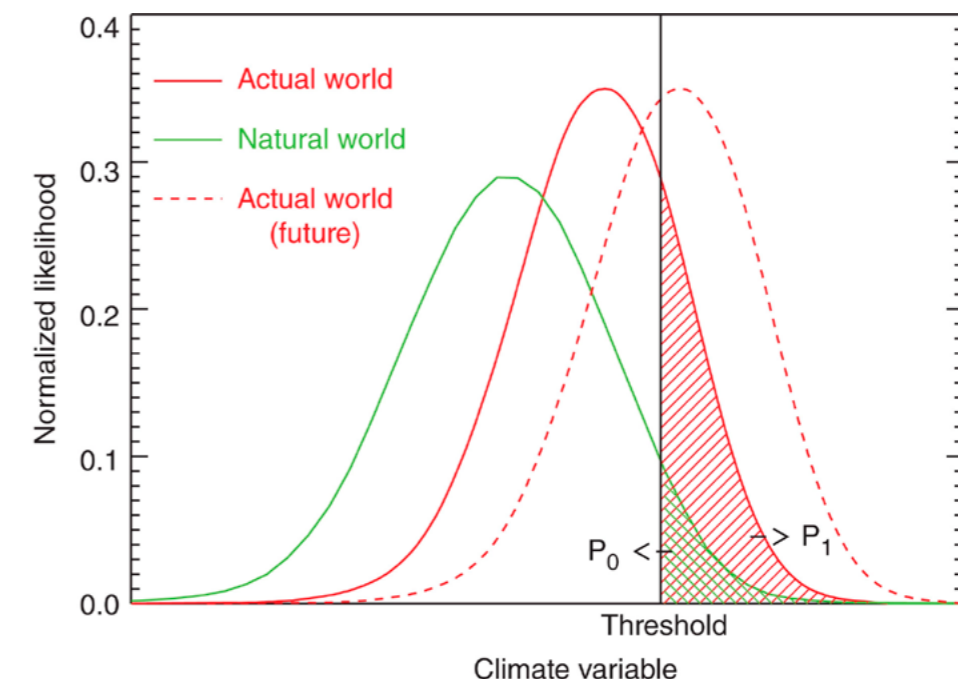


Figure 1 | Attribution d'événements météorologiques extrêmes, en pratique, d'après [Stott et al., 2016](#). Les deux courbes représentent une variable climatique, telle que la température quotidienne. Les températures moyennes sont les plus probables (au sommet de la courbe), tandis que les températures extrêmes (chaudes et froides, sur les bords) sont les moins probables. La courbe verte représente la probabilité de voir ces températures dans le monde préindustriel, tandis que la rouge représente le monde actuel. La ligne de seuil, verticale, est celle que nous sélectionnons lorsqu'un événement extrême (dans cet exemple, une journée très chaude) se produit. La taille relative des zones ombragées montre à quel point un événement est devenu plus probable dans le monde moderne. La ligne en pointillés montre comment le temps pourrait changer à nouveau à l'avenir - dans ce cas, elle suggère que la journée très chaude dans le climat actuel pourrait devenir une journée relativement fraîche dans le climat futur.

Les techniques actuelles d'attribution reposent désormais sur trois strates distinctes, mais liées. Les étapes mentionnées ci-dessus, utilisées pour la canicule de 2003, en représentent une : la simulation et la comparaison des climats moderne et préindustriel à l'aide d'un certain nombre de modèles climatiques. La deuxième strate repose sur des observations de données météorologiques du présent et du passé pour voir comment la probabilité d'événements similaires a changé. La dernière simule le climat d'une date historique – par exemple 1900 - jusqu'à aujourd'hui, en intégrant des émissions de gaz à effet de serre qui augmentent lentement. Cela permet aux scientifiques de détecter les tendances extrêmes et de calculer une probabilité globale de changement. Le croisement de plusieurs méthodes d'attribution, et l'utilisation de différents modèles climatiques pour évaluer l'influence du changement climatique, **améliorent la fiabilité des résultats.**

Les résultats de ces études permettent aux scientifiques de tirer des conclusions sur les événements météorologiques, formulées de la façon suivante : "Cet événement a été rendu au moins deux fois plus probable par le changement climatique d'origine humaine", ou encore, "Cette vague de chaleur a été de 3 degrés plus chaude qu'elle ne l'aurait été dans un monde sans réchauffement climatique." Nous pourrions également dire qu'un événement était effectivement impossible sans changement climatique, car un tel événement n'a pas de précédent historique et n'apparaît pas dans les modèles sans changement climatique.

Une base de données des résultats des études d'attribution d'événements qui ont été menées sur des événements extrêmes dans le monde entier - plus de 400 à ce jour - est **disponible sur Carbon Brief.**

Depuis 2014, une initiative menée par une collaboration paneuropéenne de scientifiques spécialistes de l'attribution, le **World Weather Attribution (WWA)**, a réalisé un certain nombre d'études d'attribution rapides. Elles visent à produire un résultat sur le rôle du changement climatique le plus rapidement possible - dans certains cas, alors même que l'événement est en train de se produire. Pour être plus réactif, le WWA publie ses résultats sans attendre qu'ils aient été revus par leurs pairs - mais en utilisant des méthodes qui ont elles-mêmes fait l'objet d'un tel examen.

Ces derniers temps, de plus en plus de gens utilisent les études d'attribution. Par exemple, comme preuves dans des litiges historiques sur le climat, tels que **Juliana contre les États-Unis, Pabai Pabai et Guy Paul Kabai contre le Commonwealth d'Australie, Lluiya contre RWE**, ou encore pour **une plainte contre Jair Bolsonaro devant la Cour pénale internationale**. L'utilisation de l'attribution dans les litiges juridiques est un domaine qui se développe rapidement.

En outre, **l'utilisation de l'attribution** en tant qu'outil de communication sur le changement climatique suggère qu'"elle est prometteuse [...] en raison de sa capacité à relier des informations scientifiques nouvelles, accrocheuses et spécifiques, à un événement, aux expériences personnelles et aux observations d'événements extrêmes".

Exemple d'études d'attribution

Inondations au Bangladesh, Août 2017

- **L'événement** : En août 2017, le Bangladesh a connu de fortes précipitations. D'autres flux provenant d'Inde ont également rejoint ses grands bassins fluviaux. Le Brahmapoutre a recueilli l'essentiel de ces eaux et est sorti de son lit, provoquant des inondations record et généralisées, notamment dans le nord du pays. Elles ont affecté les logements et les moyens de subsistance de près de sept millions de personnes.

- **Le lien avec le changement climatique** : L'étude d'attribution entreprise pour cet événement n'a pas permis de conclure à une corrélation entre ces précipitations extrêmes et le changement climatique. Cela s'explique par le fait que les relevés pluviométriques manquent de profondeur historique, et aussi par le fait que les aérosols sulfatés autour de l'Asie du Sud provoquent un effet de refroidissement local, compensant ainsi partiellement le réchauffement de la planète. Toutefois, à l'avenir, avec un réchauffement de la planète qui atteindrait 2 °C, les précipitations extrêmes de ce type deviendraient environ 70 % plus probables.

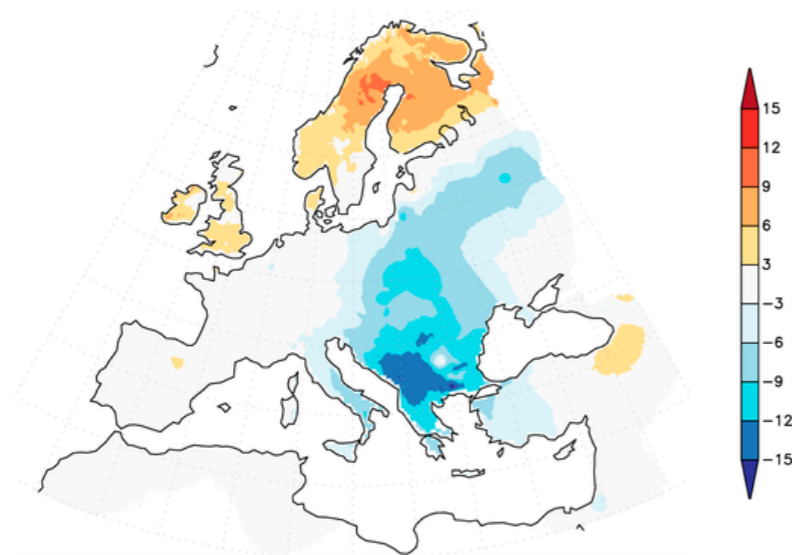


Figure 2 | Écart par rapport à la normale de la température moyenne quotidienne sur cinq jours entre le 7 et le 11 janvier 2017 en Europe. Source : [World Weather Attribution](#) (données relevées le 27/10/2021)

Vague de froid en Europe du Sud-Est,

Janvier 2017 | Figure 2

- **L'événement** : En janvier 2017, un système de haute pression a provoqué des températures extrêmement froides et des chutes de neige en Italie, dans les Balkans et en Turquie. Dans les régions touchées, les températures étaient inférieures de 5 à 12 °C à la moyenne pour cette période de l'année. Les conditions extrêmes ont entraîné des fermetures d'écoles, des accidents de la route et des annulations de vols.
- **Le lien avec le changement climatique** : Un tel événement n'est pas totalement inédit, puisqu'il se produit environ une fois tous les 35 ans. Les températures dans la région étant très variables, il n'a pas été possible d'évaluer l'incidence du réchauffement climatique. Toutefois, il est clair qu'une vague de froid comme celle-ci aurait été plus froide avant le changement climatique causé par l'homme.

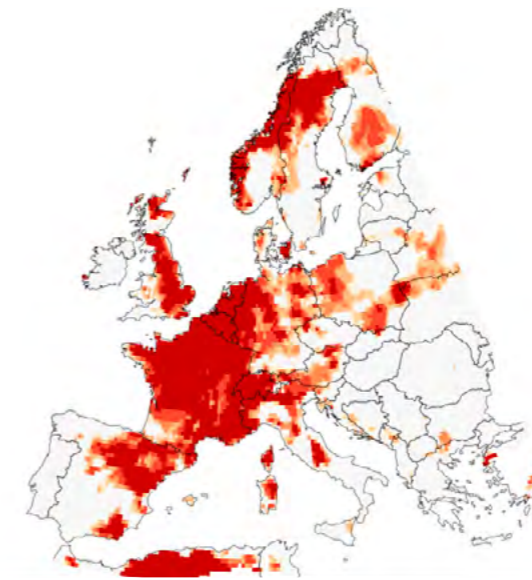


Figure 3 | Echelle des températures maximales annuelles observées en Europe en 2019 comparé à la période 1950 -2018. Source : [World Weather Attribution](#) (données relevées le 27/10/2021)

Vague de chaleur en Europe de l'Ouest,

Juillet 2019 | Figure 3

- **L'événement** : Fin juillet 2019, les températures ont grimpé en flèche en Europe occidentale et en Scandinavie pendant 3 à 4 jours, battant les précédents records de l'été 2003. Aux Pays-Bas et en Belgique, les températures ont atteint 40 °C pour la première fois.
- **Le lien avec le changement climatique** : En France et aux Pays-Bas, un événement au moins aussi chaud que cette vague de chaleur est devenu environ 100 fois plus probable en raison du changement climatique. En Allemagne et au Royaume-Uni, ce risque est environ 10 fois plus élevé. Dans toutes les régions touchées, la chaleur ressentie était environ de 1,5 à 3 °C supérieure à ce qu'elle aurait été sans réchauffement climatique.

Sécheresse dans la ville du Cap, en Afrique du Sud, 2015-2017 | Figure 4

- L'événement** : De 2015 à 2017, la province du Cap occidental en Afrique du Sud a subi des précipitations inférieures à la moyenne. Les stocks des réservoirs d'eau de toute la région ont fortement diminué. A quelques jours près, Le Cap aurait pu se retrouver à sec. Le système de gestion de l'eau, composé de 14 barrages et de canalisations, a été conçu pour pouvoir supporter des sécheresses se produisant tous les 50 ans. Cependant, la gestion de l'eau dans la région fait l'objet d'accusations de **manœuvres politiques** et de **corruption**.
- Le lien avec le changement climatique** : Si un tel événement reste rare dans le climat actuel - environ une fois tous les cent ans - sa probabilité a été multipliée par trois par le changement climatique.

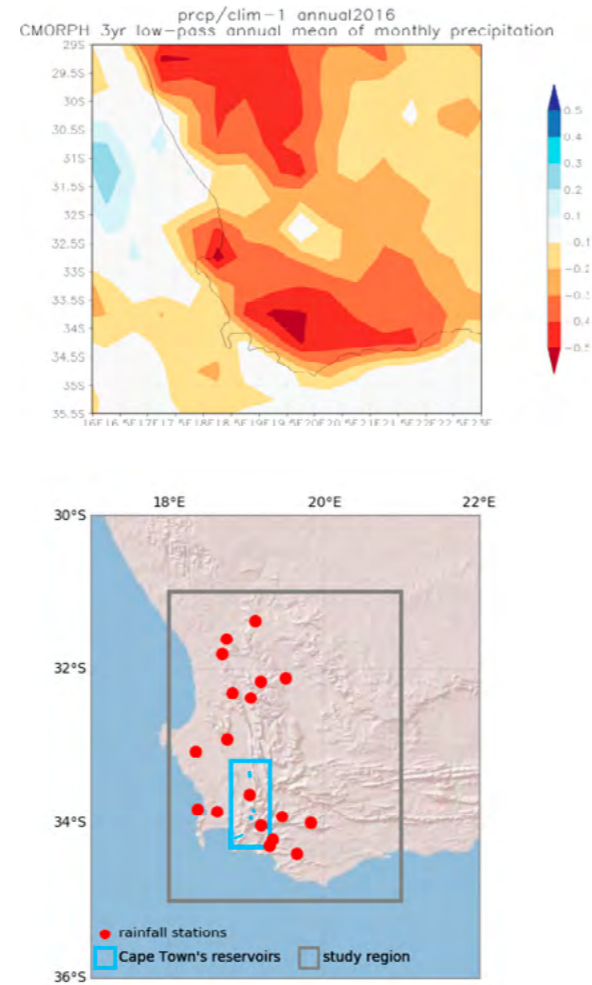


Figure 4 | (Gauche) Anomalies des précipitations sur la période 2015-2017 dans cette région par rapport à 1998-2014. (A droite) La région d'étude (rectangle gris) et la localisation des réservoirs (rectangle bleu). Source : [World Weather Attribution](#) (données relevées le 03/11/2021)

Comment rendre compte des événements extrêmes lorsqu'il n'y a pas d'étude d'attribution ?

Des études d'attribution ne sont pas toujours disponibles

Plus de 400 événements météorologiques extrêmes ont été analysés en utilisant l'attribution depuis la publication de la première étude en 2004. Mais cet éventail ne constitue qu'une portion infime de l'ensemble des événements ayant eu un impact sur la société au cours de cette période.

De fait, même les études d'attribution rapides requièrent la mobilisation de plusieurs chercheurs travaillant à temps plein pendant plusieurs jours, au minimum, sur le sujet. Il n'est à l'heure actuelle pas possible d'en faire une pour chaque événement météorologique majeur. Le World Weather Attribution fonctionne en outre toujours sur la base du volontariat des chercheurs.

Le choix des événements étudiés est également limité par le type d'événement. Certains événements météorologiques ont une relation plus complexe que d'autres avec le réchauffement climatique. Les vagues de chaleur sont le cas le plus simple. S'il y a plus de chaleur dans l'atmosphère, il est plus probable que le temps soit chaud. Les précipitations sont également relativement simples, car il y a généralement plus d'humidité dans l'air quand il est plus chaud. Ces événements sont donc étudiés le plus fréquemment.

En revanche, les sécheresses, les tempêtes de neige, les tempêtes tropicales et les incendies de forêt sont plus complexes. Les sécheresses sont souvent dues à des combinaisons variées de faibles précipitations, de températures élevées et d'interactions entre l'atmosphère et la surface terrestre. Elles durent également plus longtemps, ce qui présente plusieurs défis. Pour étudier efficacement ces événements, les données historiques doivent être cohérentes et de grande qualité, et les modèles climatiques doivent être capables de simuler ces phénomènes plus complexes.

Ce qu'on peut dire dans tous les cas

Il est malgré tout possible de rendre compte des liens entre les événements météorologiques et le changement climatique, même en l'absence d'une étude d'attribution. Ceci est dû à deux types de preuves.

Premièrement, le domaine de l'attribution s'étant largement développé depuis presque 20 ans, des études existent déjà pour des événements similaires à ceux qui se produisent de nos jours. Celles-ci peuvent donner une idée de l'influence du changement climatique sur ces nouveaux événements. Deuxièmement, il existe une compréhension théorique assez approfondie des processus importants qui sont à l'œuvre dans de nombreuses régions. En outre, [le groupe de travail 1 du sixième rapport d'évaluation du GIEC](#), publié en 2021, donne un

aperçu des changements que nous observons déjà au niveau du temps.

La suite de ce guide présente ce que la science du climat nous permet de dire – ou pas – sur le lien entre différents types d'événements extrêmes et le changement climatique lorsqu'il n'existe pas d'étude d'attribution.

Parfois, le constat est clair et il est possible de s'exprimer avec confiance pour n'importe quelle région du monde. Mais ce n'est pas toujours le cas.

Les catastrophes ne se limitent pas aux conditions météorologiques extrêmes

Lorsque l'on parle de phénomènes météorologiques extrêmes, il est important de souligner qu'indépendamment du changement climatique, les risques naturels, tels que les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur, peuvent devenir des catastrophes en raison de la vulnérabilité de la société. C'est l'ampleur des dégâts humains et matériels, souvent renforcés dans les zones les moins riches, qui détermine si un événement météorologique devient une catastrophe. Au-delà de ces considérations, beaucoup de risques naturels sont en effet rendus plus probables et plus intenses par le changement climatique causé par l'homme.

Les vagues de chaleur

Chaque vague de chaleur dans le monde est désormais plus forte et plus susceptible de se produire en raison du changement climatique

Le réchauffement climatique est mesuré comme une moyenne sur l'ensemble de la planète - ce qui ne correspond pas à ce que les gens vivent. Lorsque la température moyenne augmente, l'éventail des températures observables en un lieu donné à un moment donné change également. Cela signifie qu'en tout lieu, les jours un peu plus chauds sont devenus un peu plus probables, et les jours un peu plus frais un peu moins. Les températures qui étaient auparavant considérées comme "extrêmes" sont aujourd'hui simplement inhabituelles. Et les températures qui étaient auparavant pratiquement impossibles à atteindre sont la nouvelle définition de l'extrême. Il est essentiel de noter que le changement de probabilité est le plus rapide pour les températures les plus extrêmes. C'est ce qui ressort clairement de la figure 1 (voir plus haut). On y constate que la probabilité qu'une température donnée se situe vers le milieu des courbes augmente légèrement, alors que celle concernant des températures situées en "queue" de distribution est plusieurs fois supérieure dans un monde plus chaud. Une augmentation de 1°C de la température mondiale accroît donc les vagues de chaleur de plus de 1°C.

Le rapport 2021 du GIEC affirme sans équivoque que les chaleurs moyennes et extrêmes augmentent sur tous les continents en raison du changement climatique causé par l'homme :

- Une vague de chaleur qui se serait produite **une fois en dix ans** dans le climat préindustriel se produira désormais 2,8 fois en dix ans et sera plus chaude de 1,2°C. À 2°C de réchauffement climatique, elle se produira 5,6 fois et sera plus chaude de 2,6°C.
- Une vague de chaleur qui se serait produite **une fois en 50 ans** dans le climat préindustriel se produira désormais 4,8 fois en 50 ans et sera plus chaude de 1,2°C. À 2°C de réchauffement climatique, elle se produira 13,9 fois et sera plus chaude de 2,7°C.

Ces chiffres représentent des moyennes mondiales pour les vagues de chaleur modérées. Mais les vagues de chaleur extrêmes dans un endroit spécifique peuvent être jusqu'à plusieurs centaines de fois plus probables en raison du changement climatique. C'est ce que l'on constate dans les études d'attribution pour des événements individuels. La vague de chaleur record de 2021 dans l'ouest du Canada et aux États-Unis **aurait été pratiquement impossible sans le changement climatique causé par l'homme**, tout comme **la vague de chaleur de 2020 en Sibérie**. En 2015, la probabilité d'épisodes chauds et humides mortels dans le nord de l'Inde et du Pakistan **a été considérablement accrue par le changement climatique**. D'autres études ont

montré des résultats similaires en **Chine**, en **Argentine**, dans toutes les régions **d'Europe** et **d'Amérique du Nord**, en Afrique du **Nord** et **centrale**, en **Australasie** et en **Asie du Sud-Est**. Ces exemples ne représentent qu'un sous-ensemble de la totalité de la littérature scientifique sur le sujet. L'attribution a toujours montré que les tendances en matière de chaleur se manifestent effectivement par des vagues plus chaudes et plus fréquentes, chacune pouvant toucher des millions de personnes.

Réserves et précautions

Le lien entre le réchauffement de la planète et l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des vagues de chaleur est extrêmement robuste dans toutes les régions du monde ; on peut l'affirmer sans grand risque. Cela vaut aussi bien pour les vagues de chaleur à grande échelle que pour les journées chaudes à l'échelle locale.

Les précautions à prendre, assez mineures, sont les suivantes :

- **'Les « causes » des vagues de chaleur** – Les vagues de chaleur se forment en raison du comportement de l'atmosphère. Par exemple, d'énormes méandres dans les courants d'altitudes, connus sous le nom **d'ondes planétaires**, peuvent entraîner une chaleur extrême persistante. Parmi les exemples particulièrement notables, nous retrouvons ceux de l'Europe en 2003 et de la Russie en 2010, qui ont respectivement entraîné la mort de 70 000 et 55 000 personnes. La chaleur exceptionnelle qu'a connue la Sibérie en hiver et au printemps 2020 a été en partie causée par une dynamique atmosphérique différente près du pôle Nord - un courant d'altitude très puissant a provoqué un ciel nuageux (et donc un temps plus doux) et a attiré

l'air plus chaud vers le nord. L'influence du changement climatique sur ces ondes planétaires et les effets "dynamiques" n'est pas à ce stade scientifiquement tranchée. Certaines études, généralement très médiatisées, montrent une incidence, mais d'autres non. Toutefois, tout effet de ce type est actuellement bien plus faible que l'effet direct du réchauffement planétaire sur les vagues de chaleur extrêmes.

- **Des rapports contradictoires sur l'attribution d'une vague de chaleur** – En général, les vagues de chaleur qui touchent une région entière ou un grand pays, comme l'Europe occidentale ou le Brésil, ou qui s'étendent sur une longue période, comme un été entier, ont un lien direct plus fort avec le réchauffement climatique. Par exemple, une vague de chaleur qui dure tout un été en Europe occidentale sera probablement plus étroitement corrélée au réchauffement planétaire qu'une vague de chaleur de trois jours en Angleterre. Par le passé, cela a donné lieu à **des couvertures apparemment contradictoires dans les médias**, lorsque plusieurs études définissent chacune un événement différemment. Par exemple, en 2018, la canicule sur le Royaume-Uni a été signalée comme étant à la fois "au moins deux fois plus probable" et "trente fois plus probable" – mais la première correspondait à une vague de chaleur de trois jours à Oxford, et la seconde à la hausse de la température moyenne sur l'ensemble du sud-est de l'Angleterre pendant tout l'été. Quoi qu'il en soit, les journalistes ne devraient pas hésiter à attribuer toute chaleur extrême au changement climatique causé par l'homme.
- **Etre exagérément prudent** – Il existe un risque d'inexactitude journalistique en étant trop prudent en matière de

chaleur. Les vagues de chaleur battent toujours plus de records, ce qui est une conséquence directe du réchauffement rapide de la planète. Il est également plus probable qu'il y ait des vagues de chaleur dans de nombreuses régions du monde en même temps, ce qui peut avoir un impact beaucoup plus important sur les personnes, l'agriculture et les systèmes alimentaires, qu'un événement isolé. Les recherches montrent que ces "événements composés" **seraient pratiquement impossibles** sans changement climatique.

Les inondations

Les précipitations extrêmes sont plus fréquentes et plus intenses en raison du changement climatique dans la majeure partie du monde, notamment en Europe, dans l'essentiel de l'Asie, dans le centre et l'est de l'Amérique du Nord et dans certaines parties de l'Amérique du Sud, de l'Afrique et de l'Australie. Ailleurs, il n'est pas encore possible de se prononcer avec certitude sur ces changements. Les inondations sont probablement devenues plus fréquentes et plus graves dans ces endroits, mais d'autres facteurs humains doivent également être pris en compte.

Le changement climatique peut influencer les précipitations de deux manières. Premièrement, une atmosphère plus chaude retient plus d'humidité. En effet, les molécules d'eau se déplacent plus rapidement lorsqu'il fait plus chaud, et sont donc plus susceptibles de se trouver en phase gazeuse - sous forme de vapeur dans l'air - qu'en phase liquide. Les scientifiques décrivent ce phénomène à l'aide de la relation "Clausius-Clapeyron", qui indique qu'il y a 7 % d'humidité en plus dans un air plus chaud de 1 °C. Cela explique en grande partie pourquoi le changement climatique a provoqué une augmentation mondiale des pluies extrêmes.

Deuxièmement, le changement climatique a une incidence sur la fréquence des conditions dans lesquelles se produisent les fortes précipitations, telles que les tempêtes et les averses soudaines, qui résultent elles-mêmes de phénomènes météorologiques complexes

et de certains schémas de circulation atmosphérique. Ces phénomènes sont plus difficiles à simuler dans les modèles, c'est pourquoi les études d'attribution s'assurent que les modèles utilisés reflètent précisément ces conditions météorologiques. Ce paramètre est de toute façon moins important : **une étude d'attribution** menée en Europe du Nord a révélé la très faible influence humaine sur la circulation atmosphérique à l'origine d'un épisode de fortes précipitations.

Les inondations sont le type de catastrophes associées aux conditions météorologiques extrêmes les plus fréquemment signalées (bien qu'elles ne soient pas nécessairement les événements les plus fréquents ; d'autres événements extrêmes, tels que les vagues de chaleur, ne sont pas toujours relevés, en particulier dans les pays du sud). Il existe de nombreux types d'inondations, dont les

inondations fluviales, souterraines, côtières et soudaines. Toutes les inondations, à l'exception des inondations côtières, sont causées dans une certaine mesure par de fortes précipitations, dans lesquelles le changement climatique joue un rôle important. Nous aborderons brièvement les inondations côtières dans la section "Réserves et précautions", mais nous nous référons ici aux inondations résultant de précipitations.

Depuis les années 1950, les fortes précipitations sont devenues plus fréquentes et plus intenses dans la plupart des régions du monde - on sait désormais que cela résulte principalement du changement climatique causé par l'homme. Leur probabilité n'a fortement diminué nulle part. À l'échelle mondiale, [les rapports du GIEC](#) indiquent que, dans un endroit donné, ce qui aurait été autrefois un événement pluvieux intervenant tous les dix ans se produit actuellement 1,3 fois tous les dix ans et est 6,7 % plus humide. Avec un réchauffement de la planète de 2°C, ce phénomène se produira 1,7 fois tous les dix ans et sera 14% plus humide.

Les études d'attribution montrent des liens plus forts dans certaines régions mais plus faibles dans d'autres. Exemple, avec la tempête Desmond qui a entraîné de graves inondations dans le nord de l'Angleterre et le sud de l'Écosse en 2015. Le total cumulé des précipitations de cette tempête a été rendu **environ 59 % plus probable** par le dérèglement climatique. En revanche, les émissions de gaz à effet de serre ont eu **une très faible influence (voire aucune)** sur les inondations dévastatrices observées au Bangladesh en 2017.

Dans l'ensemble, en combinant les tendances et les attributions, il est certain que les inondations dues aux précipitations augmentent en raison du changement climatique en Europe, dans la majeure partie de l'Asie, dans le centre et

l'est de l'Amérique du Nord, dans le nord de l'Australie, dans le nord-est de l'Amérique du Sud et dans le sud de l'Afrique. En revanche, les changements sont incertains dans d'autres régions d'Afrique, d'Australasie et d'Amérique du Sud et centrale, où il n'est pas possible de se prononcer avec certitude

Réserves et précautions

- **Des incertitudes dans certaines régions** – Les liens entre changement climatique et fortes précipitations sont moins indiscutables que pour la chaleur et varient en fonction de la région. Ceci pour plusieurs raisons : les précipitations sont le résultat de phénomènes complexes qui sont souvent difficiles à simuler dans les modèles climatiques, et les relevés historiques de précipitations manquent souvent de précision, ce qui rend plus difficile la mise à jour de tendances. En termes pratiques, cela signifie que nous ne sommes en capacité d'attribuer des précipitations spécifiques au changement climatique que dans les régions où la tendance est la plus fiable, et seulement dans ce cas, en reconnaissant qu'il existe de grandes incertitudes. Les exceptions sont l'Europe du Nord et le centre de l'Amérique du Nord, où la confiance dans l'attribution est la plus grande et les incertitudes scientifiques assez faibles.
- **Précipitations et inondations sont deux choses distinctes** – Nos analyses concernent les fortes précipitations. Pour qu'elles se transforment en inondations, d'autres facteurs entrent en ligne de compte, telles que l'utilisation des terres (agriculture, déforestation, urbanisation, etc.), la qualité de la gestion de l'eau ou encore celle des défenses contre les inondations. Par exemple, des précipitations modérées peuvent

provoquer de graves inondations dans une ville où le drainage est très mauvais et la densité de population élevée. Dans chaque cas d'inondation, les facteurs liés à la vulnérabilité et à l'exposition des personnes sont également très importants.

- **Inondations côtières** – Ce phénomène est dû aux vents violents et aux niveaux des marées hautes. L'évolution des inondations côtières découlant de vents violents ne montrent pas vraiment de tendance. Mais le changement climatique contribue de plus en plus aux inondations côtières en raison de l'élévation du niveau de la mer : chaque inondation côtière est plus élevée qu'elle ne l'aurait été autrement. Ce seul effet impliquera que des marées ne devant intervenir qu'une fois par siècle se produiront annuellement **en de nombreux endroits d'ici 2100**, et que davantage d'endroits seront touchés dans les scénarios à fortes émissions.
- **Les inondations composées** – La combinaison de fortes pluies et d'ondes de tempêtes intenses peut avoir des effets catastrophiques sur les villes et les communautés côtières. On sait que le changement climatique a augmenté les risques de survenue de ces événements dans **les villes d'Amérique du Nord** et dans **les régions d'Europe du Nord**, mais aussi probablement ailleurs.

Les cyclones tropicaux

Le nombre global de cyclones tropicaux n'a pas changé au niveau mondial, mais le changement climatique a augmenté la survenue des tempêtes les plus intenses et destructrices. Les précipitations extrêmes dues aux cyclones tropicaux ont considérablement augmenté, à l'instar des précipitations provenant d'autres sources. Les ondes de tempête sont plus importantes en raison de l'élévation du niveau de la mer résultant du changement climatique.

Le changement climatique affecte les cyclones tropicaux de trois manières principales.

Premièrement, l'augmentation des précipitations : les cyclones tropicaux sont les événements pluvieux les plus extrêmes de la planète. Par conséquent, comme pour tous les événements de ce type, l'atmosphère étant plus chaude, le surplus d'humidité dans l'air se traduit par des pluies plus abondantes. Les plus fortes augmentations de précipitations mesurées dans le monde ont été observées lors des cyclones tropicaux.

Deuxièmement, les océans se réchauffent du fait du changement climatique. Or, l'eau chaude alimente les cyclones tropicaux. Le changement climatique crée donc les conditions dans lesquelles des tempêtes plus puissantes peuvent se former, s'intensifier rapidement et persister pour atteindre les terres, tout en transportant davantage d'eau. La quantité de précipitations produite par l'ouragan Harvey au Texas aurait été

pratiquement impossible sans l'influence des records de températures constatés dans les eaux du golfe du Mexique. Cela signifie également que les cyclones tropicaux se produisent désormais plus au nord et plus au sud, dans des régions où la température de surface de la mer n'était autrefois pas assez élevée pour générer des cyclones. Pour résumer, les scientifiques ne s'attendent pas à ce que les cyclones tropicaux soient plus nombreux, mais ils prévoient qu'ils soient plus puissants et qu'ils se produisent dans des endroits qui n'en avaient jamais vu auparavant.

Troisièmement, l'élévation du niveau de la mer. Les ondes de tempête sont une composante majeure des dommages causés par les cyclones tropicaux. Comme nous l'avons vu dans la section "Inondations", elles augmentent en raison du changement climatique.

Les connaissances historiques sur les cyclones tropicaux sont relativement limitées, ce qui complique la mise à jour de tendances.

Cependant, il est maintenant clair que dans toutes les régions du monde où ils se produisent, les cyclones tropicaux majeurs (catégories 3 à 5 sur l'échelle de Saffir-Simpson) sont devenus plus fréquents, même si le nombre total de cyclones tropicaux n'a pas changé. Ces tempêtes causent l'écrasante majorité des dommages dus à l'ensemble de ces phénomènes.

Il existe désormais des études d'attribution pour les événements survenus dans certains des principaux bassins cycloniques, qui montrent comment les événements évoluent. Dans l'Atlantique Nord, les précipitations totales des ouragans Katrina, Irma, Maria, Harvey, Dorian et Florence ont toutes été rendues plus intenses (de 4 %, 6 %, 9 %, 15 %, 7,5 % et 5 %, respectivement) par le changement climatique. Collectivement, ces tempêtes ont causé plus de 500 milliards de dollars de dommages. Dans le même temps, dans le Pacifique Nord, les précipitations du typhon Morakot ont augmenté d'un paramètre compris entre 2,5 et 3,6 %, et les récentes saisons cycloniques extrêmes autour d'Hawaï, dans le Pacifique Est et dans la mer d'Oman ont été rendues plus probables par le changement climatique.

En outre, les ondes de tempête sont attribuées au changement climatique. Par exemple, la zone inondée par l'ouragan Sandy a augmenté du fait du changement climatique, touchant 71 000 foyers supplémentaires et entraînant 8,1 milliards de dollars de dommages de plus.

Réserves et précautions

- **Pas d'augmentation de fréquence globale** – Le changement climatique accroît l'activité globale des cyclones tropicaux, les tempêtes les plus intenses sont plus fréquentes, mais il n'augmente pas le nombre total de cyclones.

- **Nous ne savons pas corréler l'intensité d'un cyclone spécifique au réchauffement climatique** – Les études d'attribution sur les cyclones tropicaux se concentrent sur l'amplification des précipitations et des ondes de tempête. Les tempêtes plus intenses se multiplient, mais nous ne savons pas encore déterminer si une tempête spécifique, prise isolément, a effectivement été renforcée par le changement climatique. Toutefois, il est de plus en plus évident que le réchauffement des océans entraîne une intensification qui ne se serait pas produite sans changement climatique.
- **Une intensification rapide** – Le changement climatique entraîne une augmentation du nombre de cyclones qui s'intensifient rapidement, en raison de la présence d'eaux océaniques extrêmement chaudes. Un cyclone qui s'intensifie rapidement est potentiellement beaucoup plus dangereux qu'un cyclone qui s'intensifie progressivement, car il ne laisse pas le temps aux populations de se protéger, ou de protéger leurs biens, surtout s'il s'intensifie juste avant de toucher terre. Les ouragans Michael et Harvey sont des exemples de cyclones récents qui se sont intensifiés rapidement.
- **La migration vers les pôles** – À mesure que les eaux océaniques se réchauffent, il est raisonnable de penser que les tempêtes s'éloigneront de l'équateur. Jusqu'à présent, nous ne pouvons attribuer au réchauffement qu'un déplacement vers le nord des cyclones de l'ouest du Pacifique Nord, qui ont frappé l'Asie de l'Est et du Sud-Est. Ceux-ci peuvent donc frapper des endroits relativement peu préparés, sans raison historique de s'attendre à un tel événement.

Les fortes chutes de neige

Les occurrences de froid extrême ont diminué dans le monde en probabilité et en intensité en raison du changement climatique. L'évolution des fortes chutes de neige n'est pas claire dans la plupart des endroits du monde, mais leur intensité pourrait avoir augmenté dans certaines parties de l'Asie de l'Est et du Nord, de l'Amérique du Nord et du Groenland.

L'augmentation spectaculaire de la chaleur à la surface de la planète entraîne un surcroît de précipitations. Mais la plupart de celles-ci tombent sous forme de pluie plutôt que de neige. Des exceptions à cette règle peuvent exister dans certaines parties de l'Amérique du Nord, de l'Asie du Nord et de l'Est et du Groenland. Ces exceptions s'expliquent par le fait que, dans les endroits où il fait encore suffisamment froid pour qu'il neige, le surplus d'humidité dans l'air lié au réchauffement climatique peut retomber au sol sous forme de neige. Dans ces endroits, les chutes de neige se produisent sur une période plus courte de l'année et moins souvent, mais parfois avec une plus grande intensité.

Les corrélations entre l'évolution des chutes de neige et le changement climatique sont délicates à établir à ce jour. Cela résulte du fait que les fortes chutes de neige n'ont pas été précisément documentées en de nombreux endroits et que ces événements sont difficiles à simuler dans les modèles climatiques.

Des études d'attribution n'ont été entreprises que pour quelques fortes chutes de neige

récentes. Celles-ci ont soit conclu à l'absence de lien avec le changement climatique, ou n'ont pas été capables d'énoncer une conclusion fiable. Par exemple, le changement climatique a pu **réduire la probabilité des chutes de neige intervenues en début d'automne dans le Dakota du Sud**, comme cela s'est produit en 2013, mais cela ne peut être affirmé avec certitude. La même année, dans les Pyrénées espagnoles, l'accumulation très importante de neige était **purement due à la variabilité naturelle** plutôt qu'à une quelconque influence du changement climatique. Et en 2016, le changement climatique **n'a pas eu d'incidence sur la tempête de neige Jonas**, qui a frappé le nord-est des États-Unis.

Cependant, dans les hautes latitudes de l'hémisphère Nord, comme certaines parties de l'Asie de l'Est et du Nord, de l'Amérique du Nord et le Groenland, **les fortes chutes de neige sont peut-être devenues plus sévères** en raison du changement climatique depuis les années 1950. En Amérique du Nord, cela est probablement vrai pour les zones de haute altitude en hiver, mais moins à d'autres moments de l'année et dans les zones de basse altitude.

Réserves et précautions

- **Les vortex polaires** – Il existe deux vortex polaires en hiver, l'un dans la troposphère - le jet stream - et l'autre dans la stratosphère - le vortex polaire stratosphérique (SPV). L'affaiblissement de ces vortex est lié à des conditions météorologiques hivernales extrêmes en Eurasie et en Amérique du Nord : un jet stream plus faible a tendance à serpenter, ce qui peut attirer l'air froid de l'Arctique, tandis qu'un SPV faible est susceptible de s'effondrer lors d'un "réchauffement stratosphérique soudain", ce qui entraîne un déversement d'air extrêmement froid vers le sud. Ces phénomènes sont liés au changement climatique, car chaque vortex est une conséquence des différences de températures entre l'Arctique et les zones situées plus au sud. L'Arctique se réchauffant plus rapidement que les terres situées plus au sud, le changement climatique pourrait affaiblir chacun d'entre eux. Cependant, jusqu'à présent, bien qu'il existe des preuves de l'affaiblissement du jet stream et du SPV, il n'est pas encore possible de conclure que ce phénomène ne relève pas du domaine des variations climatiques naturelles.
- **Pas de corrélation établie à ce stade** – Il existe actuellement une possibilité très limitée d'attribuer un épisode donné de fortes chutes de neige au changement climatique (que ce soit une augmentation ou une diminution de la probabilité). Pour un épisode donné de fortes chutes de neige en Amérique du Nord, en Asie du Nord et de l'Est et au Groenland, il est possible de spéculer sur un éventuel lien, mais avec un faible degré de confiance.

- **La neige (et les froids extrêmes) dans un monde en réchauffement** – La météo et le climat ne sont pas la même chose. Le climat est la moyenne des conditions météorologiques sur une longue période - souvent plusieurs décennies - et sur une vaste zone - généralement une nation ou une région. Même dans un monde qui, en moyenne, se réchauffe, la variabilité naturelle du temps rend possible un froid extrême et de la neige à tout moment. Plusieurs études d'attribution montrent que les épisodes de froid extrême sont de moins en moins probables dans un monde qui se réchauffe, mais cela ne les rend pas impossibles - tout comme un mode de vie sain et actif réduit les risques de maladie, mais ne signifie pas qu'il est impossible pour une personne en bonne forme et en bonne santé de tomber malade.

Les sécheresses

Les sécheresses ne deviennent plus fréquentes et plus graves en raison du changement climatique que dans certaines régions, notamment l'Europe, la Méditerranée, l'Afrique australe, l'Asie centrale et orientale, le sud de l'Australie et l'ouest de l'Amérique du Nord. Il existe des indices d'une augmentation en Afrique occidentale et centrale, dans le nord-est de l'Amérique du Sud et en Nouvelle-Zélande.

Le changement climatique affecte la sécheresse de plusieurs manières, dont deux en particulier. Premièrement, par l'évaporation : le réchauffement de l'atmosphère entraîne une évaporation accrue des terres. Deuxièmement, par les précipitations : les précipitations individuelles deviennent plus abondantes dans le monde entier, et tombent en averses plus courtes et plus intenses. Ce phénomène est important, car les pluies les plus fortes sont plus susceptibles de saturer le sol et de s'écouler directement dans les rivières. En revanche, le même volume de pluie modérée, réparti sur une plus longue période, est plus à même de maintenir l'humidité des sols et les réserves d'eau souterraines. En conséquence, même si les précipitations globales restent constantes, la sécheresse peut être exacerbée à certains endroits. Dans certaines régions, les précipitations augmentent globalement, et rendent les sécheresses moins probables. Mais il n'existe de preuves suffisantes de ce phénomène que dans le nord de l'Australie. Cependant, dans d'autres régions, les précipitations les plus fortes deviennent plus fréquentes mais les précipitations moyennes

continuent de baisser. C'est là que l'on observe les changements les plus nets en matière de sécheresse. Dans l'ensemble, la combinaison d'une évaporation accrue, de précipitations plus sporadiques et plus abondantes et d'une diminution des précipitations moyennes rend les sécheresses plus fréquentes dans les régions qui y sont sujettes.

Les sécheresses sont complexes. Il existe de nombreuses formes de sécheresses et il n'y a pas de réponse simple quant au lien avec le changement climatique. Les sécheresses agricoles et écologiques correspondent à un manque d'humidité du sol, tandis que les sécheresses météorologiques, hydrologiques et des eaux souterraines correspondent respectivement à un manque de précipitations et à un faible niveau des cours d'eau et des eaux souterraines. Les sécheresses agricoles et écologiques constituent le signal le plus clair du changement climatique. Elles sont détaillées dans [le dernier rapport du GIEC](#) et sont directement liées aux impacts sur les systèmes alimentaires et naturels.

Les régions exposées à un risque croissant de sécheresse incluent l'ouest de l'Amérique du Nord, l'Asie centrale et orientale, la Méditerranée, certaines parties de l'Afrique centrale, occidentale et australe, le nord-est de l'Amérique du Sud et le sud de l'Australie. Pour décrire la gravité d'une sécheresse donnée, les scientifiques utilisent des unités d'écart type - qui mesurent le caractère inhabituel des conditions par rapport à la normale pour un lieu donné. Cela nous permet de comparer les tendances à la sécheresse dans des régions présentant des niveaux très différents de précipitations annuelles et d'humidité du sol. Dans les régions sèches mentionnées ci-dessus, [le GIEC](#) indique que, dans un endroit donné, ce qui aurait été une sécheresse intervenant une fois tous les dix ans se produit désormais 1,7 fois par décennie et est plus sèche d'un écart-type de 0,3. Avec un réchauffement planétaire de 2 °C, cette sécheresse se produirait 2,4 fois par décennie et serait plus sèche d'un écart-type de 0,6.

Les études d'attribution portant sur de nombreuses sécheresses récentes montrent des corrélations plus fortes que les tendances, mais aussi parfois des absences de lien. Il faut toutefois se rappeler que ces études portent sur toutes les formes de sécheresse, y compris les sécheresses agricoles et écologiques. Les résultats ne sont donc que partiellement comparables aux tendances énoncées ci-dessus qui ont été mises en évidence par le GIEC. Par exemple, de 2015 à 2017, une sécheresse dans la région du Cap, que le changement climatique a rendu de 3 à 6 fois plus probable, a failli aboutir à un "jour zéro" sans eau. De même, en Chine, la probabilité de la sécheresse extrême qui s'est produite en mai-juin 2019 [a été multipliée par six en raison du changement climatique](#). Et aux Pays-Bas, au moins [la moitié de l'augmentation](#) observée des sécheresses agricoles est due au

changement climatique. D'autres sécheresses, notamment en Afrique de l'Est, qui ont eu d'énormes répercussions humanitaires, n'ont en revanche pas été rendues plus probables par le changement climatique.

Dans l'ensemble, en combinant les tendances et les déclarations d'attribution des événements, nous pouvons attribuer au réchauffement climatique une augmentation de la gravité et de la probabilité des sécheresses :

- **Avec une confiance élevée** en Méditerranée, en Afrique du Sud, en Asie centrale et orientale, au sud de l'Australie et à l'ouest de l'Amérique du Nord.
- **Avec une confiance faible** en Afrique occidentale et centrale, en Europe occidentale et centrale, au nord-est de l'Amérique du Sud et en Nouvelle-Zélande.

Réserves et précautions

- **Les chiffres du GIEC ne s'appliquent que là où la planète s'assèche** – Les [résultats du GIEC](#) concernant l'évolution de la fréquence et de la gravité des sécheresses ne s'appliquent que dans les régions du monde qui deviennent globalement plus sèches. Ils ne doivent donc être cités que pour les régions mentionnées au-dessus de ces résultats : l'ouest de l'Amérique du Nord, l'Asie centrale et orientale, la Méditerranée, de grandes parties de l'Afrique centrale, occidentale et australe, le nord-est de l'Amérique du Sud et le sud de l'Australie.
- **Les types de sécheresses et les incertitudes** – Comme expliqué, il existe différents types de sécheresse. Elles varient selon les régions, tout comme les connaissances que l'on en a. Il faut donc faire preuve de prudence lorsqu'on rend

compte d'une sécheresse donnée. Il est possible de conclure avec une confiance élevée uniquement pour les régions dans lesquelles il existe des signaux clairs de multiples formes de sécheresse. La confiance est faible pour les régions dans lesquelles n'existent des preuves que d'un seul type de sécheresse. Partout ailleurs, nous ne pouvons pas savoir clairement la façon dont une sécheresse donnée a été influencée par le changement climatique. En **Afrique de l'Est**, des sécheresses lourdes de conséquences se produisent régulièrement, mais les données historiques sont trop limitées et les modèles climatiques inadéquats pour permettre une attribution.

- **Les autres facteurs** – Comme les inondations, les sécheresses dépendent fortement de la façon dont les humains modifient les terres et gèrent l'eau. Il est donc important de signaler les autres facteurs clés qui peuvent y contribuer, tels que la façon dont les gens s'adaptent (ou sont capables de s'adapter, dans certains endroits) au changement climatique. En particulier, lors de l'examen des impacts d'un tel événement, il est fondamental de tenir compte de la vulnérabilité et de l'exposition des personnes.
- **Sécheresse et chaleur** – Comme pour les vagues de chaleurs et les inondations, la probabilité que plusieurs phénomènes extrêmes se produisent concomitamment a augmenté rapidement, plus que les risques individuels. Une chaleur et une sécheresse extrêmes simultanées peuvent avoir des conséquences plus graves que l'un ou l'autre de ces événements pris isolément, notamment des incendies.

Les incendies

Les conditions météorologiques propices aux incendies augmentent dans certaines zones de tous les continents, avec des hausses clairement attribuables au changement climatique dans le sud de l'Europe, le nord de l'Eurasie, les États-Unis et l'Australie, et avec certaines preuves dans le sud de la Chine.

Une combinaison de chaleur, de sécheresse et de vent fort accroît la probabilité qu'un incendie se déclenche. Le combustible est alors abondant et les flammes peuvent se propager rapidement. Les risques d'incendie augmentent donc rapidement dans les zones où les risques de chaleur et de sécheresses augmentent simultanément. Toutefois, comme la chaleur s'élève sur toute la planète, le risque d'incendie progresse même si le risque de sécheresse reste constant.

À l'échelle mondiale, la tendance en matière d'incendies montre une diminution des zones brûlées entre 1998 et 2015 - mais cela est dû en grande partie à des influences humaines, telles que des changements dans l'utilisation des terres. Le risque de feux de forêt augmente en réalité toujours dans de nombreuses régions.

La durée des saisons pendant lesquelles les conditions météorologiques sont propices aux incendies augmente, et les zones qui connaissent ce type de temps s'étendent. Par conséquent, sur tous les continents, on constate **une nette augmentation des risques d'incendie** en raison du changement climatique.

Les études d'attribution valident fortement ces tendances. En Australie, les incendies dans le Queensland et en Nouvelle-Galles du Sud (NSW) ont été amplifiés par le changement climatique - les conditions qui ont conduit aux feux de brousse de 2019/20 en NSW ont ainsi été rendues **au moins 30 % plus probables**. Le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord, de l'Alaska à la Californie, les récents feux de forêt ont été rendus plus probables par le réchauffement et les surfaces brûlées ont augmenté. Entre 1984 et 2015, les incendies qui ont entraîné **plus de 4 millions d'hectares de surface brûlée** dans l'ouest des États-Unis ont été directement attribués au changement climatique. Dans le sud de la Chine, les incendies de forêt extrêmes de 2019 **ont été rendus sept fois plus probables** par le changement climatique.

Dans l'ensemble, nous pouvons attribuer en confiance au réchauffement climatique une augmentation de la probabilité de conditions propices aux incendies dans le sud de l'Europe, le nord de l'Eurasie, les États-Unis et l'Australie, et voyons des preuves émerger également dans le sud de la Chine. Ces conditions sont susceptibles de devenir de plus en plus fréquentes à mesure que le réchauffement climatique s'accroît.

Réserves et précautions

- **Des données limitées** – A ce jour, les risques d'incendie ne sont attribuables au changement climatique que dans certaines parties du nord de la planète. Pour les autres régions, la confiance est fortement limitée par la faiblesse des données historiques, des observations météorologiques et par la capacité des modèles climatiques à simuler les conditions d'incendie. Il est probable que de nombreuses autres régions du monde connaissent une augmentation du risque d'incendie, compte tenu de son lien étroit avec l'augmentation des extrêmes de chaleur et des tendances à l'assèchement. Malheureusement, nous ne pouvons pas quantifier cette augmentation du risque à l'heure actuelle.
- **Gestion des terres**– Le brûlage contrôlé des forêts est une pratique courante depuis des millénaires dans certaines régions, mais pas toujours de façon constante. Les risques d'incendie dépendent de la bonne planification et exécution de ces pratiques ; dans le cas contraire, le risque est fortement amplifié.
- **Les sources des incendies**- Les activités humaines peuvent déclencher des incendies qui provoquent des destructions considérables. Selon le service forestier américain, 85 % des feux de forêt aux États-Unis sont déclenchés par négligence ou volontairement. La durée de la saison des feux de forêt y a ainsi été **multipliée par trois** – correspondant à une augmentation d'environ trois mois – par rapport à des conditions sans intervention humaine, où le déclenchement est provoqué par la foudre. Lorsque l'on rend compte des causes des incendies de forêt, il est important de faire état de ces facteurs, ainsi que du niveau d'exposition et de vulnérabilité des personnes et des structures touchées. Néanmoins, le fait que d'autres facteurs augmentent le risque d'incendie de forêt ne minimise pas le rôle du changement climatique. Le changement climatique a allongé la saison des feux de forêt d'environ deux semaines en moyenne dans le monde, principalement en augmentant la disponibilité du combustible par la chaleur et le séchage. Toutefois, la comparaison de ces chiffres ne donne pas une image complète de la situation : le changement climatique augmente également l'intensité de la saison des incendies. En effet, il influence sur la façon avec laquelle un incendie donné s'installe, se propage et dure.

Les événements météorologiques extrêmes et le changement climatique

Récapitulatif

Le tableau suivant donne un aperçu synthétique de chaque type de phénomène météorologique extrême couvert par ce guide.

Evènement météorologique extrême	Messages Clés	Réserves et précautions
Vagues de chaleur	Chaque vague de chaleur dans le monde est désormais plus forte et rendue plus probable à cause du changement climatique causé par l'homme.	<ul style="list-style-type: none"> Nul besoin d'excès de prudence - les canicules sont unilatéralement liées au réchauffement climatique.
Inondations	Les précipitations extrêmes sont plus fréquentes et plus intenses en raison du changement climatique sur la majeure partie de la planète. En conséquence, les inondations sont probablement devenues plus fréquentes et plus sévères dans certains endroits, bien qu'elles soient également affectées par d'autres facteurs humains.	<ul style="list-style-type: none"> Les inondations sont liées aux fortes pluies, mais sont également causées par des facteurs humains, tels que la gestion de l'eau et des défenses. Les inondations côtières sont généralement en augmentation en raison de l'élévation du niveau de la mer, mais elles n'ont aucun rapport avec les inondations dues aux pluies.
Cyclones tropicaux	Le nombre total de cyclones tropicaux ne change pas, mais le changement climatique accroît la survenue de tempêtes plus intenses et plus destructrices. Les précipitations extrêmes dues aux cyclones tropicaux	<ul style="list-style-type: none"> Il n'y a pas d'augmentation des cyclones dans l'ensemble. A l'heure actuelle, on ne sait pas corrélérer au changement climatique la hausse de l'intensité et des vitesses de vent d'un cyclone donné.

Cyclones tropicaux

ont considérablement augmenté, à l'instar des précipitations provenant d'autres sources. Les ondes de tempête sont plus élevées en raison de la montée du niveau de la mer résultant du changement climatique.

Neige abondante

Tous les épisodes de froid extrême dans le monde ont vu leur probabilité et leur intensité diminuer en raison du changement climatique. L'évolution des fortes chutes de neige n'est pas claire dans la plupart des endroits, mais leur intensité pourrait avoir augmenté dans certaines parties de l'Asie de l'Est et du Nord, de l'Amérique du Nord et du Groenland.

- Il y a une très forte confiance concernant l'influence du changement climatique sur la diminution des extrêmes de froid, bien que ceux-ci soient toujours possibles.
- Les modifications des chutes de neige sont extrêmement incertaines.
- Les modifications des vortex polaires ne sont pas encore claires.

Sécheresses

Les sécheresses deviennent plus fréquentes et plus graves en raison du changement climatique dans certaines régions seulement, notamment en Europe, dans le bassin méditerranéen, en Afrique australe, en Asie centrale et orientale, dans le sud de l'Australie et dans l'ouest de l'Amérique du Nord. Certains éléments indiquent également une augmentation en Afrique occidentale et centrale, dans le nord-est de l'Amérique du Sud et en Nouvelle-Zélande.

- Les sécheresses sont très diverses et complexes, ce qui rend difficile les certitudes.
- Il existe de nombreux facteurs à prendre en compte, au-delà du changement climatique, pour les sécheresses graves, en relation avec la gestion de l'eau notamment.

Feux de forêt

Les conditions météorologiques propices aux incendies augmentent dans certaines zones de tous les continents, avec des hausses clairement attribuables au changement climatique, à la fois en ce qui concerne leur probabilité et les surfaces brûlées, dans le sud de l'Europe, le nord de l'Eurasie, les États-Unis et l'Australie. Des éléments de preuves existent aussi pour le sud de la Chine.

- Les données historiques sur les incendies sont très limitées dans certaines régions, ce qui rend l'attribution très difficile.
- Les activités humaines - gestion forestière, déclenchement volontaires - sont également des facteurs importants.



@wxrisk

www.worldweatherattribution.org