

ÉCLAIRAGE

LA VAGUE DE CHALEUR DE JUIN 2026

CENTRE « CLIMAT-SOCIÉTÉ » DE L'IPSL
IPSL, LAPLACE TO BE

Table des matières

INTRODUCTION	3
PREMIÈRE PARTIE • OBSERVATIONS, MISE EN PERSPECTIVE ET ATTRIBUTION	10
Canicule de juin 2026 : ce que révèlent les satellites et les capteurs parisiens	11
Influence de la dynamique de la couche de mélange atmosphérique sur la variabilité de la température de l'air lors de la vague de chaleur de juin 2026	14
Variabilité des températures maximales diurnes et minimales nocturnes durant la canicule du 16 au 26 juin 2026	16
Intensité et durée de la vague de chaleur de juin 2026 mise en contexte des canicules des 25 dernières années en Île-de-France	18
Que nous apprennent les sources historiques sur les vagues de chaleur du passé ?	20
La vague de chaleur de juin 2026, dopée par le réchauffement dû aux activités humaines	23
Attribution actuelle et future de la vague de chaleur de juin 2026 en France	25
Juin 2026 : un mois extrêmement chaud et sec en France et en Europe, attribuable aux émissions anthropiques	28
DEUXIÈME PARTIE • IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR, LA VÉGÉTATION, LES CANICULES MARINES ET LES Puits DE CARBONE	30
Vague de chaleur et dégradation de la qualité de l'air	31
Impact de la canicule de juin 2026 sur la pollution à l'ozone : quelles différences par rapport à 2003 ?	34
Des pics d'ozone records en ville	36
Juin 2026 : des sols secs avant l'été	39
Contraste thermique Paris-forêt pendant la canicule de juin 2026	43
Les canicules record de 2026 dans la forêt de Fontainebleau	45
Impact de la canicule de juin 2026 sur les feux de forêt	47
Très forte réduction de l'activité photosynthétique en France vue par satellite	50
La France transformée en source de carbone en une semaine	52
Les vagues alarment	55
Canicule marine sans précédent de juin 2026	57
TROISIÈME PARTIE • DU CLIMAT ACTUEL AU CLIMAT FUTUR	59
Une canicule comme les autres ?	60
Caractéristiques des vagues de chaleur dans le climat récent et pour différents niveaux de réchauffement global	63
Évolution future des canicules européennes à différents niveaux de réchauffement	66
Simuler les canicules à plus fort impact avec l'Intelligence Artificielle	68
Un climat en surchauffe : si ! on savait !	70
CE QU'IL FAUT RETENIR EN 4 POINTS	72

INTRODUCTION

En France et en Europe, le printemps et le début de l'été 2026 sont marqués par une succession d'événements chauds exceptionnels, entraînant de graves conséquences et souffrances. Le mois de juin 2026 a été le plus chaud depuis le début des mesures météorologiques, en Europe de l'Ouest et en France, 3,8°C au-dessus des normales de la période 1991-2020.

La vague de chaleur du 17 au 30 juin 2026 est exceptionnelle par sa précocité, son intensité, sa durée et l'étendue des régions concernées (figure 1). Elle a profondément affecté la qualité de l'air, les conditions de vie, de soin, de scolarité, de travail, de repos des populations, les infrastructures d'énergie et de transport, les ressources en eau, les écosystèmes marins et terrestres, les activités agricoles, les conditions météorologiques propices aux incendies, et les flux de carbone. Caractériser et comprendre un tel événement, les vulnérabilités qu'il met en lumière, et l'ensemble de ses conséquences nécessitera de croiser de nombreuses perspectives.

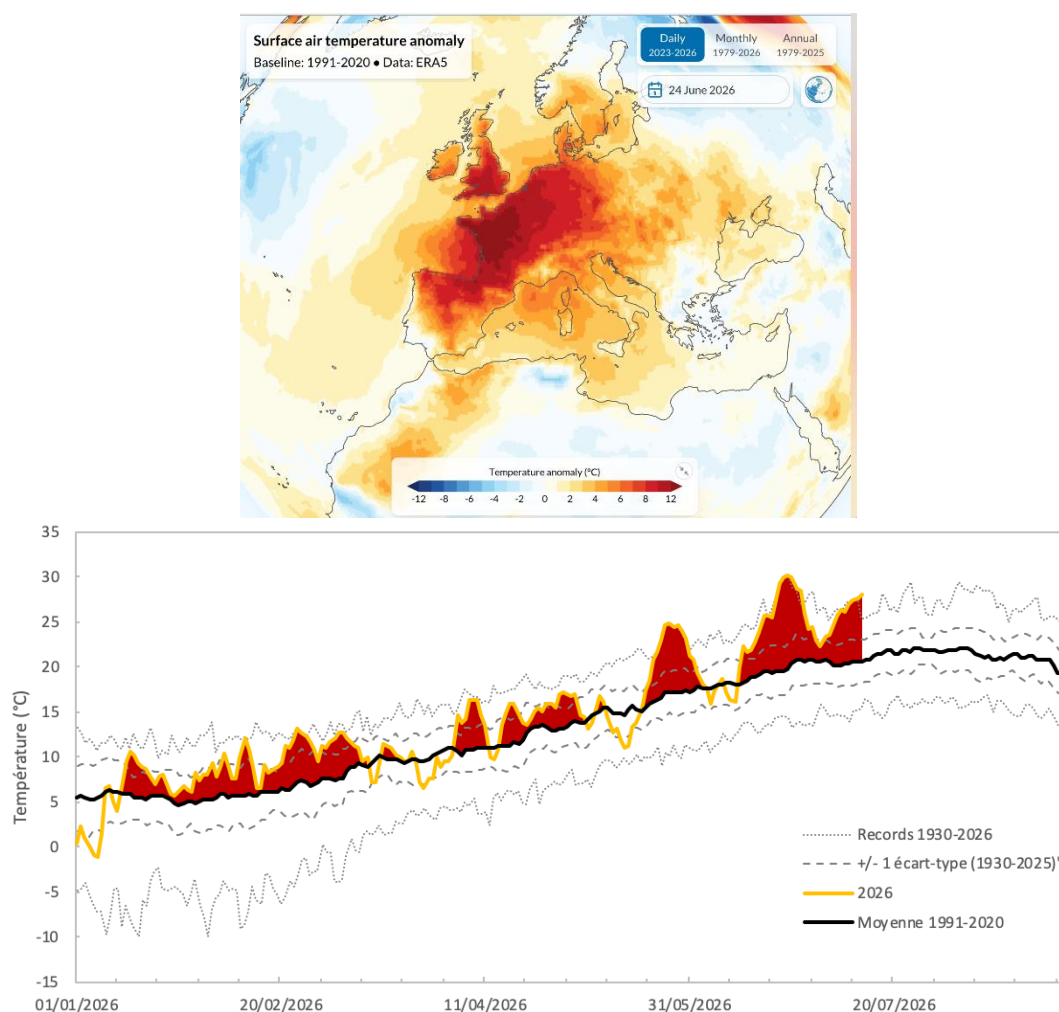


Figure 1. Haut, différence de température en Europe entre le 24 juin 2026 et la moyenne pour la période 1991-2020, <https://pulse.climate.copernicus.eu/> ; bas, indicateur thermique national* en France et comparaison à la moyenne 1991-2020, un écart-type au-dessus et en-dessous de cette moyenne (sur la base des données 1930-2025) et aux événements records (1930-2026) (données www.infoclimat.fr). Les 24 et 25 juin ont été les journées les plus chaudes jamais enregistrées en France hexagonale avec des températures dépassant pour la première fois 30°C. * L'Indicateur Thermique National (ITN) est la température moyenne mesurée en France : moyenne des températures minimales et maximales sur 30 stations météorologiques réparties de manière équilibrée dans le pays.

À l'initiative du Centre « Climat-Société » de l'IPSL, ce dossier rassemble les analyses quasiment en temps réel des équipes de l'Institut Pierre-Simon Laplace, pour répondre à quatre questions essentielles : que s'est-il passé, en Europe, en France et en Île-de-France ? Pourquoi cette canicule a-t-elle été aussi exceptionnelle ? Quels en ont été les impacts sur la qualité de l'air, l'assèchement des sols et de la végétation, les conditions propices aux incendies, les écosystèmes marins et terrestres ? Quelles seront les caractéristiques des canicules à venir selon l'ampleur du réchauffement planétaire ? En combinant observations, analyses historiques, études de processus, modélisation, méthodes d'attribution et projections climatiques, il propose une lecture d'ensemble d'un événement emblématique d'un climat qui change rapidement en réponse aux perturbations dues aux activités humaines tout en mettant en lumière les défis scientifiques et sociétaux qu'il soulève.

Au-delà du constat, ce dossier apporte également des clés pour comprendre et des clés pour agir.

Comprendre les mécanismes à l'origine des vagues de chaleur est indispensable pour limiter les risques les plus intolérables. Les configurations atmosphériques favorables aux canicules estivales relèvent de la variabilité naturelle du climat. Elles ont déjà donné lieu à des épisodes chauds et secs exceptionnels au cours de l'histoire, comme celui de 1540 (Wetter *et al.*, 2014), ainsi qu'aux canicules de 1870, 1921, 1947, 1976 ou 2003. La perspective historique présentée dans ce dossier replace ainsi la canicule de juin 2026 dans le temps long de la variabilité climatique. Toutefois, ces mêmes configurations s'expriment désormais dans un climat de fond plus chaud sous l'effet des activités humaines et produisent, à situation météorologique comparable, des canicules beaucoup plus intenses. La canicule de juin 2026, exceptionnelle par son intensité et sa précocité à l'échelle du dernier millénaire, en est une illustration emblématique et témoigne de l'accélération des vagues de chaleur observée depuis la fin du XX^e siècle.

Les travaux en sciences du climat, auxquels l'IPSL contribue depuis plusieurs décennies, ont établi le lien entre le niveau de réchauffement planétaire d'origine anthropique et l'augmentation de la fréquence, de l'intensité, de la durée et de la saisonnalité des événements extrêmes chauds. Dès le troisième rapport du GIEC (2001), cette relation était mise en évidence ; le sixième rapport confirme que chaque demi-degré supplémentaire de réchauffement accroît significativement la fréquence, la durée et l'intensité des vagues de chaleur, ainsi que les sécheresses agricoles.

L'intensification des extrêmes chauds est principalement due à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre, mais elle peut être amplifiée par d'autres facteurs, notamment le couplage entre l'assèchement des sols et la surchauffe de l'air, la diminution des émissions de particules de pollution (et donc de leur effet de refroidissement), ainsi que l'urbanisation, en particulier la nuit. Le réchauffement climatique augmente également la probabilité d'événements composés et leur extension spatiale, comme l'association de vagues de chaleur et de sécheresses ou encore de conditions chaudes, sèches et venteuses favorisant les incendies (GIEC, 2021).

Le réchauffement planétaire dû aux activités humaines atteint désormais 1,4°C (fin 2025) et se poursuit au rythme sans précédent de +0,27 °C au cours de la dernière décennie (Forster *et al.*, 2026). L'Europe est le continent qui se réchauffe le plus rapidement (Copernicus, 2026). En France métropolitaine, le réchauffement observé atteint déjà 2,2°C en moyenne annuelle et 2,7°C en été par rapport à la période 1900-1930 (Haut Conseil pour le Climat, 2026). À Paris-Montsouris, la température des nuits les plus chaudes d'été a augmenté de 4,3°C depuis 1900 (+0,5°C par décennie depuis 1960) et celle des journées les plus chaudes de 3,6°C (+1°C par décennie depuis 1960) (figure 2).

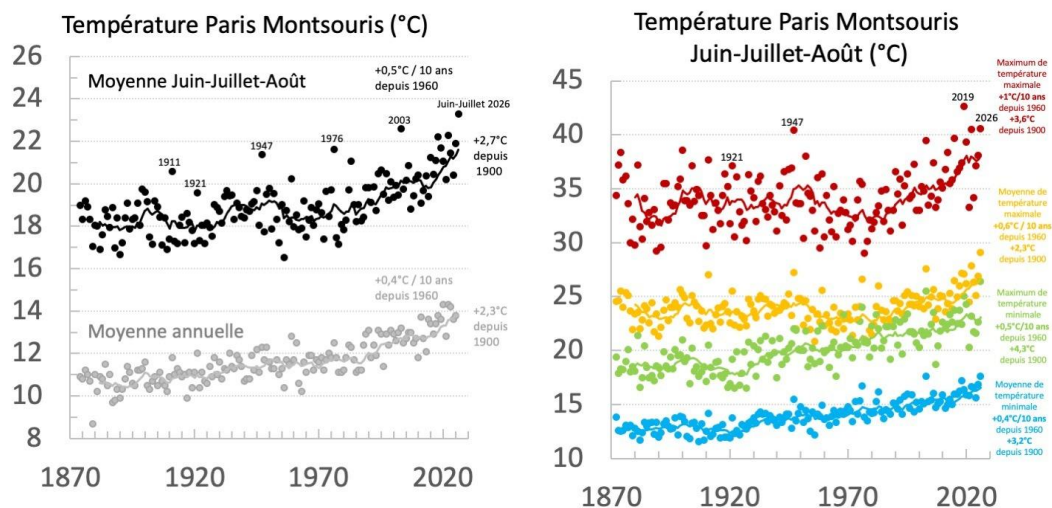


Figure 2. Enregistrement de température de l'air à la station météorologique de Paris-Montsouris.
À gauche : température moyenne annuelle (gris) et température moyenne de juin-juillet-août (noir).
À droite : température maximale (au plus chaud de la journée) moyenne (en orange) et record (en route) et température minimale (au plus frais de la nuit) moyenne (en bleu) et record (en vert) en juin-juillet-août.
Pour chaque série temporelle figure également l'ampleur du changement entre la période 1900-1930 et la dernière décennie ainsi que la pente depuis 1960. Données Météo France.

Dans ce contexte, des événements autrefois très improbables deviennent plus fréquents, tandis que des épisodes désormais attendus dans le climat actuel peuvent encore être perçus comme des surprises, tant le rythme du réchauffement dépasse notre mémoire collective et les capacités d'adaptation des sociétés (GIEC, 2021, chap. 11). Les mêmes configurations météorologiques produisent aujourd'hui des canicules beaucoup plus intenses qu'elles ne l'auraient fait dans le climat préindustriel.

Les études d'attribution présentées dans ce dossier montrent, à partir de méthodes d'analogues de circulation atmosphérique et de simulations climatiques comparant le climat préindustriel au climat actuel (+1,4 °C), sur la base de différentes caractéristiques de l'événement (sur 3 jours, 7 ou 12 jours, en France ou en Europe), que le réchauffement d'origine anthropique a très fortement augmenté la probabilité d'occurrence et l'intensité de la canicule de juin 2026 (quasi impossible en climat préindustriel) et de la sécheresse des sols de de juin 2026. Cet événement illustre ainsi la combinaison entre une configuration météorologique particulière et un climat de fond désormais plus chaud.

Le dossier montre également que l'intensité observée de la canicule est modulée par des processus atmosphériques régionaux. Ainsi, une brise de mer a ponctuellement apporté de l'air plus frais sur la région parisienne. Sans cet apport d'air océanique, les températures maximales journalières et surtout nocturnes auraient pu atteindre des niveaux encore plus élevés. La comparaison entre les mesures météorologiques effectuées dans le parc urbain de Vincennes et dans la forêt de Fontainebleau montre que la forêt se rafraîchit plus rapidement en fin de journée alors que la ville reste brûlante, avec une différence de température pouvant atteindre 4°C vers 18-19h, et une différence de 1-2°C pendant les nuits tropicales.

Au-delà de la caractérisation de l'événement météorologique, ce dossier montre que les vagues de chaleur ne se résument pas à une simple hausse temporaire de température. Elles perturbent la qualité de l'air, le fonctionnement du système climatique et des écosystèmes, à travers des interactions complexes entre la circulation atmosphérique, les océans, les surfaces continentales et les activités humaines.

La stagnation de l'air et la chaleur favorisent en effet l'accumulation de polluants et plus particulièrement la production d'ozone. L'analyse de la qualité de l'air en juin 2026 en Île-de-France montre que les concentrations d'ozone, élevées, n'ont pas atteint les seuils d'alerte et les fortes valeurs de 2003, confirmant l'efficacité des réductions d'émissions de polluants sur la survenue des pics d'ozone. Néanmoins, les concentrations de composés organiques volatils qui proviennent des activités humaines et de la végétation ainsi que les concentrations d'aérosols organiques secondaires qui en résultent ont atteint des niveaux particulièrement élevés.

La combinaison de l'exposition à la chaleur et à cette pollution atmosphérique entraîne des conséquences particulièrement nocives pour la santé. Cela souligne l'importance de poursuivre les réductions des émissions de polluants (trafic routier, solvants, carburants) et de privilégier, dans les stratégies de végétalisation pour limiter les effets d'îlot de chaleur urbain, des essences résistantes à la sécheresse, et à faibles émissions de composés organiques volatils.

Les contributions réunies dans ce dossier montrent également que les vagues de chaleur concernent désormais l'ensemble du système Terre. De 1990 à 2015, le nombre de jours de vagues de chaleur marine à l'échelle du globe a été multiplié par 3,3. En Méditerranée et dans l'Atlantique nord-est, les observations révèlent que ces canicules marines atteignent des intensités habituellement observées à des latitudes plus basses, témoignant d'une tropicalisation progressive des mers européennes. Elles révèlent également que les écosystèmes, marins comme continentaux, approchent de seuils de fonctionnement critique : l'océan absorbe moins efficacement le CO₂ lors des vagues de chaleur marines, tandis que la végétation, soumise à des stress thermiques et hydriques extrêmes, réduit fortement sa transpiration et sa photosynthèse, au point que cela amoindrit son effet rafraîchissant, et que certaines surfaces continentales deviennent rapidement des sources nettes de CO₂. Températures de l'air élevées, faibles niveaux d'humidité, sols et végétations asséchés sont des facteurs majeurs de risques d'incendies s'étendant sur tout le territoire hexagonal, rendant tout départ de feu extrêmement difficile à contenir.

Ces connaissances apportent des clés pour agir. Limiter l'ampleur du réchauffement futur passe avant tout par la poursuite des efforts d'atténuation : réduire rapidement et fortement les émissions de CO₂ jusqu'à atteindre la neutralité carbone, réduire les émissions des autres gaz à effet de serre et diminuer les polluants atmosphériques afin d'améliorer conjointement le climat et la qualité de l'air. Tant que la perturbation du climat par les activités humaines ne sera pas stabilisée, le réchauffement se poursuivra et les vagues de chaleur continueront de gagner en fréquence, en intensité et en durée. Elles soulignent ainsi la nécessité de penser conjointement les politiques climatiques, les politiques de qualité de l'air, la gestion de crise, les systèmes d'alerte et l'adaptation des territoires, des villes, des infrastructures et des écosystèmes.

Les sciences du climat sont également essentielles pour préparer les sociétés à ces évolutions. Elles permettent d'identifier les facteurs climatiques générateurs d'impacts (indices d'extrêmes, effets combinés de la chaleur et de l'humidité, événements composés, simultanés ou en cascade), de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des risques, de renforcer les systèmes d'alerte, d'améliorer la gestion de crise et d'accompagner l'adaptation des territoires. Elles offrent également de nouveaux outils, comme les trames narratives climatiques (*climate storylines*), qui explorent des scénarios physiquement plausibles afin d'anticiper les conséquences d'événements extrêmes et d'éclairer les décisions d'adaptation.

Cet éclairage illustre également la capacité de l'IPSL à fournir, dans des délais très courts, des diagnostics scientifiques et des services climatiques pertinents utiles pour éclairer les décideurs et le grand public. Les contributions rassemblées dans ce dossier présentent ce qu'il est aujourd'hui possible d'établir quelques jours seulement après cet événement extrême, grâce à la complémentarité des

observations, de la modélisation et des outils d'analyses développées au sein de l'Institut. Elles constituent une première étape ; des travaux plus approfondis, mobilisant notamment de nouvelles méthodologies et des approches transdisciplinaires, permettront d'affiner et d'enrichir ces résultats.

Les perspectives climatiques pour la fin de l'année 2026 et 2027 doivent également tenir compte du développement d'un épisode El Niño dans le Pacifique tropical. Les prévisions saisonnières convergent vers un événement qui pourrait devenir très fort, voire figurer parmi les plus intenses observés depuis le début des mesures, avec une probabilité d'environ 80 % d'atteindre le seuil des événements « très forts » au cours de l'hiver 2026-2027. Si cet événement El Niño qui démarre n'explique pas la canicule européenne de juin 2026, il va contribuer à augmenter la température moyenne de la planète en favorisant un transfert de chaleur de l'océan vers l'atmosphère. Il est très probable qu'un nouveau record de température de surface planétaire dépassant 1,5°C soit à nouveau observé en 2026. Dans un climat déjà réchauffé de 1,4°C par les activités humaines, cette chaleur supplémentaire est susceptible d'amplifier les anomalies de température et de précipitations à l'échelle mondiale, ainsi que la fréquence et l'intensité de nombreux événements extrêmes, notamment les vagues de chaleur terrestres et marines, les sécheresses et les épisodes de précipitations intenses.

Enfin, ce dossier s'inscrit dans la continuité des travaux engagés à l'IPSL depuis la canicule de 2003. En développant des observations pérennes, des modèles, des méthodes d'attribution robustes, des outils de prévision et des services climatiques, les équipes contribuent à faire avancer des sciences du climat rigoureuses, exigeantes, réactives, et construites avec et pour les différents secteurs de la société. L'objectif n'est pas seulement de documenter les événements extrêmes après leur occurrence, mais d'en comprendre les mécanismes afin de mieux les anticiper, d'éclairer les décisions et d'agir pour en limiter les conséquences.

Ces enjeux rejoignent les orientations du troisième Plan national d'adaptation au changement climatique, qui vise à préparer la France à une trajectoire de réchauffement atteignant environ +2,7°C en 2050 et +4°C en 2100 pour la France métropolitaine.

Dans sa réponse à la consultation publique sur celui-ci, l'IPSL avait notamment souligné le besoin de compléter cette trajectoire de référence pour l'adaptation qui décrit le climat "moyen" pour ces niveaux de réchauffement par la caractérisation des éventualités dont la probabilité d'occurrence est faible, mais les impacts majeurs. Il s'agit en particulier de décrire les événements les plus extrêmes physiquement plausibles pour différents niveaux de réchauffement (ex. 50°C à Paris), notamment pour les scénarios hydrologiques, et les aléas composites. L'IPSL avait également mis l'accent sur l'importance de cibler les priorités et indicateurs d'adaptation sur la réduction des vulnérabilités.

En région méditerranéenne, on observe déjà l'émergence d'événements extrêmes composés et séquentiels dont les interactions renforcent les impacts socio-économiques, notamment la succession de vagues de chaleur, sécheresses, incendies de forêts, et précipitations extrêmes, renforcées à l'automne par les vagues de chaleur marines. Comprendre ces interactions est essentiel pour construire des systèmes d'alerte et des stratégies d'adaptation adéquates (Rico-Bordera, *et al.*, 2026).

Parmi les solutions proposées pour affronter les prochaines vagues de chaleur, la climatisation des bâtiments arrive au premier rang. Certains proposent même un plan massif de climatisation à grande échelle. Or il convient de noter qu'outre l'impact sur les infrastructures électriques d'une utilisation massive de la climatisation, les gaz réfrigérants utilisés ont eux-mêmes une influence non négligeable sur le climat. Réglementés par le Protocole de Montréal pour la protection de la couche d'ozone, ils induisent actuellement un forçage radiatif d'environ 0,4 W/m² soit 16% de celui des émissions de CO₂. L'amendement de Kigali au protocole de Montréal promet des gaz ayant un impact moindre sur le climat, mais la dégradation de certains d'entre eux, les hydrofluoroléfines, ont pour produit de dégra-

dation l'acide trifluoroacétique (TFA) qui est assimilé à un polluant éternel dangereux pour l'environnement. L'usage de la climatisation qui rejette de l'air chaud à l'extérieur des bâtiments contribue également au renforcement de l'îlot de chaleur urbain. Certaines études indiquent une augmentation de 0,5°C à 2°C de la température ambiante en ville, plus importante la nuit que le jour, selon les scénarios d'utilisation. Ainsi, si la climatisation des bâtiments publics ou hébergeant des personnes vulnérables devient incontournable compte-tenu de la multiplication attendue des vagues de chaleur en été, l'extension de son usage à plus large échelle doit faire l'objet d'une approche prudente et concertée. Le Haut Conseil pour le Climat (2026) recommande en particulier de combiner un ensemble de leviers d'action pour faire face à la chaleur en ville, y compris la végétalisation, l'ombrage, la rénovation énergétique et de privilégier les dispositifs fixes et pompes à chaleur réversibles (plus efficaces) mais aussi les volets, protections solaires, toitures réfléchissantes, ventilateurs, réseaux de froid, etc.

Ce dossier explore aussi les caractéristiques projetées des vagues de chaleur en fonction du niveau de réchauffement futur. Le message est très clair : les émissions passées de gaz à effet de serre conduisant au réchauffement de 1,4°C d'aujourd'hui ont rendu possible l'intensité de l'événement de juin 2026, qui aurait été quasi impossible en climat préindustriel. Un tel événement devient 3 fois plus probable dans un monde 2°C plus chaud, et 10 fois plus probable dans un monde 3°C plus chaud. L'évolution future du climat dépend des émissions de gaz à effet de serre à venir. Ces connaissances soulignent à quel point réduire les émissions de gaz à effet de serre est essentiel pour éviter des risques intolérables, compromettant la capacité à préserver les écosystèmes et protéger les conditions de vie décentes des populations, qui fait partie des droits humains fondamentaux.

Nous remercions tous les contributeurs de l'IPSL à ce dossier et tout particulièrement les **jeunes scientifiques**, ainsi que l'équipe d'appui du Centre « Climat-Société » de l'IPSL, **Ariane Mureau** et **Emma Da Silva**, et le service de communication et de médiation de l'IPSL, **Daniel Peyronel** et **Marie Pinhas-Diena**.

Ce dossier a été préparé dans des conditions de vie et de travail difficiles du fait de l'exposition à la chaleur dans les universités et laboratoires de recherche, les transports en commun et les logements en Île-de-France. Les températures atteintes dans certains locaux et bureaux universitaires (plus de 35°C) ne permettent pas d'y travailler sans risques pour la santé, et les consignes de télétravail émises par les universités et organismes peuvent être inopérantes dans le cas de logements fortement exposés à la chaleur. Depuis plusieurs années, le groupe de travail Climactions de l'IPSL a mis en place un ensemble d'activités pour mesurer et réduire l'empreinte carbone de nos activités de recherche. Il sera nécessaire d'élargir cette initiative pour faire un retour d'expérience des impacts de la vague de chaleur de juin 2026 et accompagner les transformations intégrant décarbonation, gestion de risque et adaptation.

Myriam Khodri et **Valérie Masson-Delmotte**, responsables du Centre « Climat-Société » de l'IPSL
Sophie Godin-Beekmann, directrice de l'IPSL

Références

- <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/adaptation-france-changement-climatique>
- Forster, P. M., Walsh, T., Smith, C., Lamb, W. F., Lamboll, R., Cassou, C., Hauser, M., Hausfather, Z., Lee, J.-Y., Palmer, M. D., von Schuckmann, K., Slangen, A. B. A., Szopa, S., Trewin, B., Yun, J., Gillett, N. P., Jenkins, S., Matthews, H. D., Raghavan, K., Ribes, A., Rogelj, J., Rosen, D., Zhang, X., Allen, M., Andrew, R. M., Atkinson, C., Betts, R. A., Bombelli, A., Burgess, S. N., Cheng, L., Claxton, H. E., Friedlingstein, P., Frölicher, T. L., Domingues, C. M., Gasser, T., Gregory, C. H., Hoesly, R. M., Huppmann, D., Ishii, M., Kadow, C., Karwat, A., Kennedy, J., Killick, R. E., Kovilakam, M. V. M., Krummel, P. B., Lan, X., Lamarque, J.-F., Liné, A., Martín-Míguez, B., Monselesan, D. P., Morice, C., Mühle, J., Mussak, P., Peters, G. P., Pirani, A., Pongratz, J., Rigby, M., Rohde, R., Savita, A., Seneviratne, S. I., Smith, S. J., Taha, G., Tassone, C., Thorne, P., Wells, C., Western, L. M., van der Werf, G. R., Wijffels, S. E., Zecchetto, M., Zhong, J., Zhang, X.-Y., Masson-Delmotte, V., and Zhai, P. *Indicators of Global Climate Change 2025: annual*

update of key indicators of the state of the climate system and human influence, *Earth Syst. Sci. Data*, 18, 3889–3933, <https://doi.org/10.5194/essd-18-3889-2026>, 2026.

- ▶ Wetter *et al.*, *The year-long unprecedented European heat and drought of 1540 – a worst case*, *Climatic Change* (2014) 125:349–363, DOI 10.1007/s10584-014-1184-2
- ▶ Bilan climatique de juin 2026 en Europe
<https://climate.copernicus.eu/copernicus-record-heatwave-brings-hottest-june-western-europe-during-second-warmest-june-globally>
- ▶ Bilan climatique de juin 2026 en France
<https://météofrance.com/presse/bilan-climatique-de-juin-2026-le-mois-de-juin-le-plus-chaud-jamais-enregistre>
- ▶ Canicule de juin 2026, un épisode historique
<https://météofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/canicule-de-juin-2026-un-episode-historique>
- Prévisions El Niño de la NOAA
https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.html
- ▶ Bulletin El Niño de l'Organisation Météorologique Mondiale
<https://wmo.int/content/launch-of-wmo-el-ninola-nina-bulletin-june-august-2026>
- ▶ Réponse de l'IPSL à la consultation sur le PNACC3
<https://www.ipsl.fr/article/troisieme-pnacc-lipsl-a-repondu-a-lappel-a-consultation/>
- ▶ Rico-Bordera, B., Benetó, P. & Khodayar, S. *Emerging Links between Droughts, Heatwaves and Extreme Precipitation in a Western Mediterranean Hotspot: Evidence of Intensifying Compound and Sequential Hazards*. *Earth Syst Environ* (2026). <https://doi.org/10.1007/s41748-026-01053-2>

1.

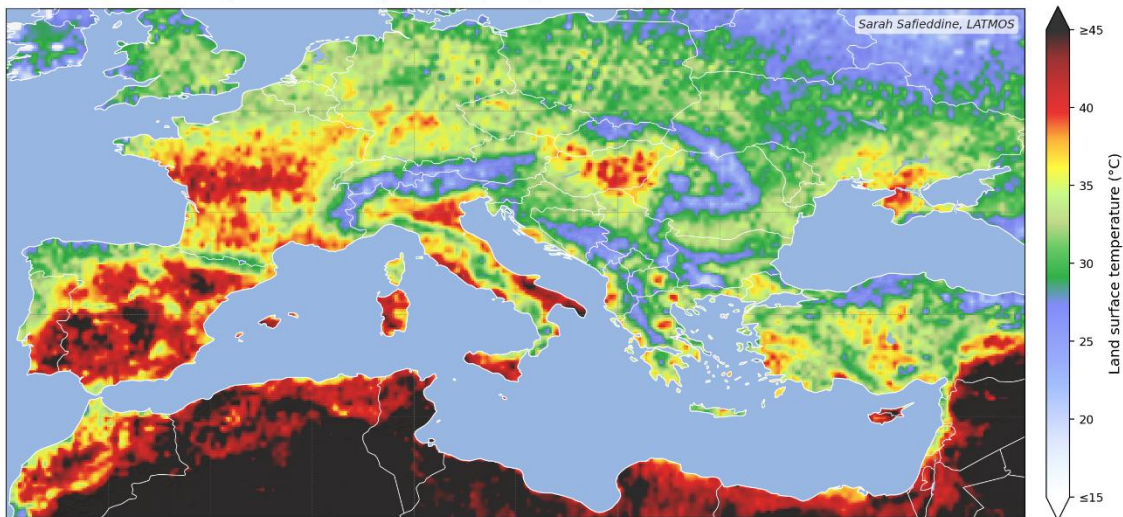
**OBSERVATIONS, MISE EN PERSPECTIVE
ET ATTRIBUTION**

Canicule de juin 2026 : ce que révèlent les satellites et les capteurs parisiens

À 817 kilomètres au-dessus de nos têtes, le sondeur infrarouge IASI, embarqué sur les satellites météorologiques européens Metop, mesure en continu le rayonnement émis par la surface terrestre. Il permet d'en déduire la température « de peau » de la Terre : celle du sol, du bitume, des toits — à ne pas confondre avec la température de l'air mesurée sous abri par les stations météo, généralement plus basse en journée.

Les cartes établies pour la période du 16 au 27 juin montrent clairement la canicule. En journée, vers 9 h 30 heure locale, la température des sols dépassait déjà 40°C sur une grande partie de la France, et l'îlot de chaleur urbain de Paris — ce surplus de chaleur qu'accumulent les villes par rapport aux campagnes environnantes — apparaît nettement. Plus préoccupant encore : la nuit, vers 21h30, la surface restait au-dessus de 25°C dans plusieurs régions. Autrement dit, ni les sols, et ni ainsi les habitants ne bénéficiaient du répit nocturne qui permet habituellement aux organismes de récupérer.

Land surface temperature
IASI/MetOp-C • 16-27 June 2026 • Daytime overpass (~09:30 LST)

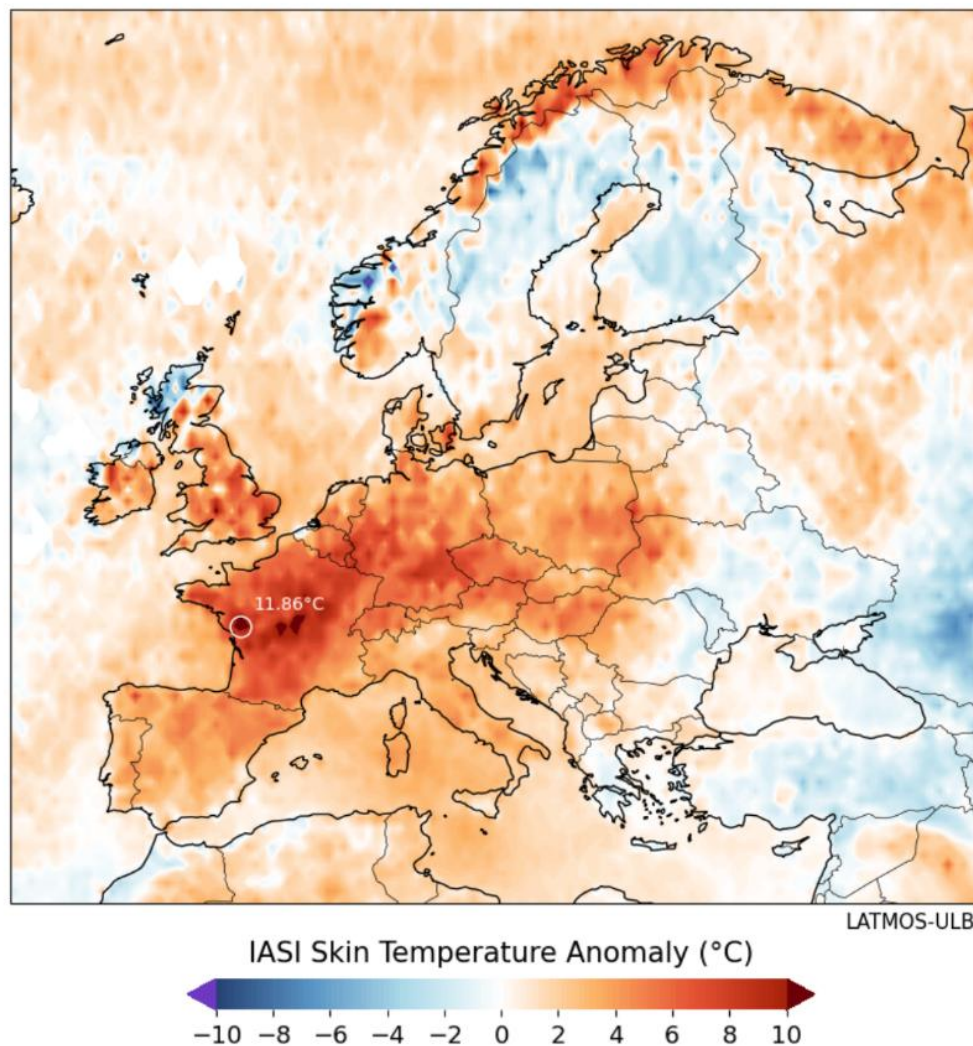


Température de la surface terrestre mesurée par IASI/Metop, en journée,
moyenne du 16 au 27 juin 2026. © Sarah Safieddine, LATMOS

Dix-huit ans d'archives pour prendre du recul

Un événement extrême n'a de sens que replacé dans le temps long. C'est là toute la valeur de l'archive IASI : le sondeur mesure la température de surface depuis plus de 18 ans, sans interruption. La comparaison est sans appel. Entre le 15 et le 25 juin 2026, l'anomalie de température a atteint localement +12°C par rapport à la moyenne 2008-2025. Et pendant toute la durée de la vague de chaleur, les températures de surface sur la France sont restées, de jour comme de nuit, au-dessus de la borne supérieure de la variabilité observée ces dix-huit dernières années.

IASI/MetopC - 15-25 June 2026 (wrt 2008-2025)



Anomalie de température de surface du 15 au 25 juin 2026, par rapport à la moyenne 2008-2025. © LATMOS-ULB

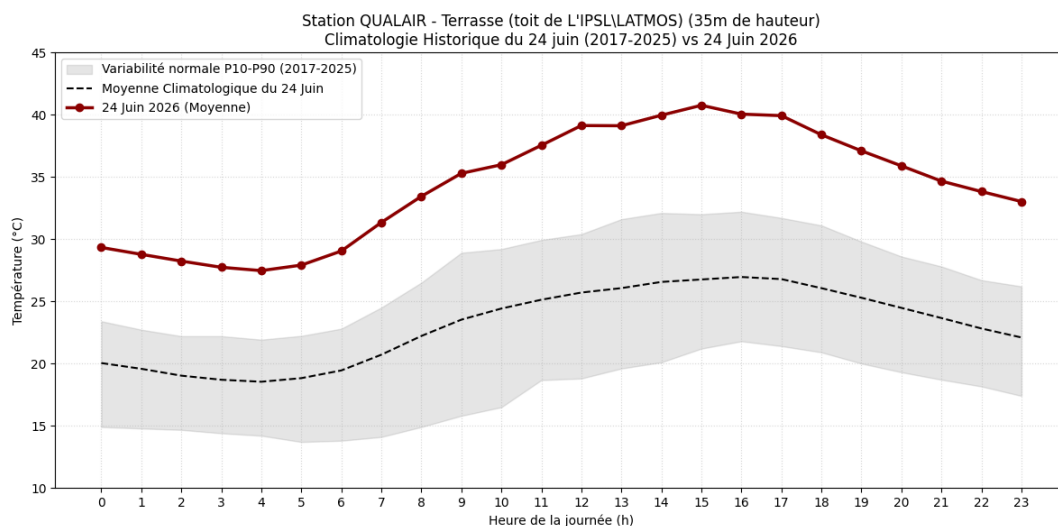
Sur les toits de Jussieu, la chaleur mesurée en direct

Les observations spatiales fournissent des informations sur les échelles régionales tandis que les mesures au sol nous renseignent sur les conditions locales. Utiliser ces deux types d'observations en synergie permet une compréhension complémentaire des processus atmosphériques.

Au cœur de Paris, la plateforme d'observation [QUALAIR](#), installée sur le campus de Jussieu de Sorbonne Université situé dans le 5^e arrondissement, a permis de suivre l'événement heure par heure. Ses capteurs mesurent la température de l'air à deux altitudes : sur le toit de l'Institut Pierre-Simon Laplace, à 35 mètres du sol, et au sommet de la tour Zamansky, à 90 mètres.

Les deux stations ont enregistré des *maxima* dépassant 40°C — une valeur historique pour un mois de juin à Paris. La journée du 24 juin illustre le caractère exceptionnel de l'épisode : à chaque heure de la journée, sans exception, la température était supérieure à la moyenne climatique (2017-2025) de ce jour-là, avec des écarts atteignant +15°C. Même au plus frais de la nuit, l'air restait proche de 28°C.

Autre résultat, plus inattendu : l'écart de température entre 35 et 90 mètres d'altitude n'était que de 0,65 à 2°C. Ce faible gradient vertical révèle une masse d'air chaud épaisse et homogène — la signature d'un dôme de chaleur solidement installé au-dessus de la région, et non d'un simple réchauffement de surface.



Température de l'air le 24 juin 2026 à Jussieu (35 m), heure par heure, comparée à la climatologie 2017-2025. © Camille Viatte, LATMOS

De la connaissance à l'action

Ces premières analyses ouvrent plusieurs chantiers :

- Combiner les données météorologiques (hauteur de la couche limite, vents, température et humidité proche du sol) pour comprendre et cartographier l'influence des températures diurnes et surtout nocturnes élevées, sur les températures auxquelles sont exposées les personnes et leurs implications pour la santé et la mortalité.
- Le suivi des journées et des nuits chaudes pour alimenter les systèmes d'alerte sanitaire pendant les canicules.

Encore faut-il, pour détecter, caractériser et anticiper ces événements, garantir la continuité des observations spatiales — un enjeu majeur pour les missions satellitaires actuelles et futures. Les sondeurs de nouvelle génération (IASI-NG, MTG-IRS, lancés l'été dernier), combinés aux méthodes d'intelligence artificielle, permettront bientôt un suivi à plus fine résolution spatiale et temporelle.

Référence

- Safieddine, S., *et al.* (2026), EGU sphere [preprint]
<https://egusphere.copernicus.org/preprints/2026/egusphere-2026-400/>

Contacts

Sarah Safieddine • Cathy Clerbaux • Camille Viatte • Laboratoire Atmosphères, Observations Spatiales (LATMOS-IPSL)
sarah.safieddine@latmos.ipsl.fr • cathy.clerbaux@latmos.ipsl.fr • camille.viatte@latmos.ipsl.fr

Influence de la dynamique de la couche de mélange atmosphérique sur la variabilité de la température de l'air lors de la vague de chaleur de juin 2026

Deux systèmes de basse pression situés au-dessus de l'Atlantique et de la Méditerranée ont maintenu pendant près de dix jours une vaste crête barométrique sur l'Europe occidentale, favorisant une advection continue d'air exceptionnellement chaud. Ce transport horizontal d'air chaud s'effectue principalement à plusieurs kilomètres au-dessus du sol (une couche d'atmosphère appelée troposphère libre), à une altitude où les masses d'air ne sont pas en contact direct avec la surface terrestre. La plupart des échanges entre l'atmosphère et le sol se produisent dans la couche de mélange atmosphérique (aussi appelée couche limite), – la partie la plus basse de l'atmosphère où l'air est brassé verticalement – dont l'épaisseur atteint plusieurs kilomètres en journée mais se réduit à quelques centaines de mètres pendant la nuit.

De nouvelles observations de profils atmosphériques recueillies par l'IPSL dans la région parisienne illustrent l'évolution de la température potentielle dans la troposphère libre au-dessus de Paris (courbe orange de la figure a ; dégradé de couleurs de la figure b). La température potentielle correspond à la température qu'aurait une parcelle d'air si elle était ramenée au niveau de la mer sans échange de chaleur avec son environnement. À une altitude de 3500 m, cette température potentielle est passée de 35°C le 16 juin à 41°C entre le 23 et le 27 juin.

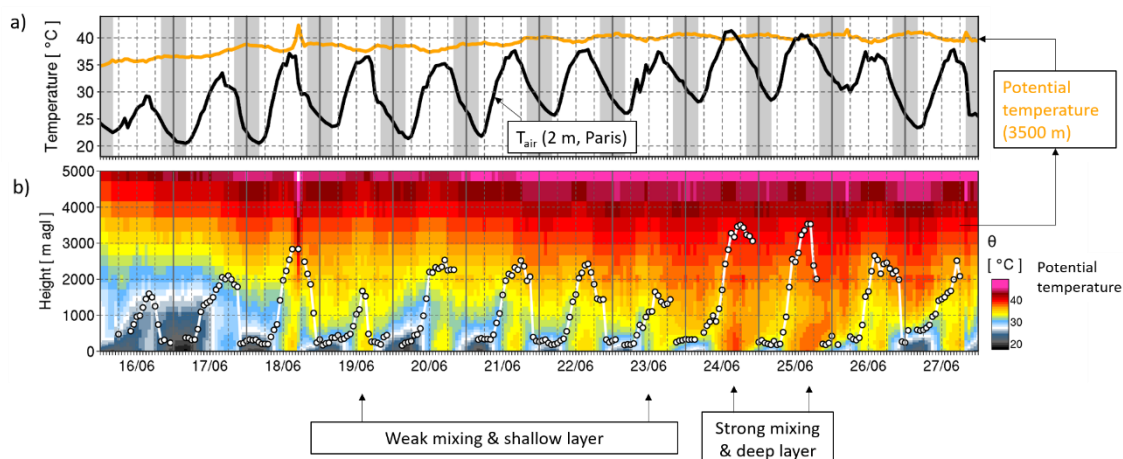
Cet air très chaud présent dans la troposphère libre influence les conditions près de la surface : les températures maximales de l'air mesurées à 2m (courbe noire de la figure a) augmentent avec le réchauffement des couches atmosphériques supérieures. Le degré d'interconnexion entre l'atmosphère située entre 3000 et 4000 m d'altitude et l'air proche du sol dépend toutefois de la dynamique de la couche limite atmosphérique.

Au cours de cet épisode de chaleur, l'intensité du mélange vertical a fortement varié d'un jour à l'autre. En conséquence, la hauteur maximale de la couche de mélange en journée (courbe blanche avec symboles sur la figure b) est restée relativement faible certains jours, par exemple le 23 juin, avec une épaisseur d'environ 1500 m. En revanche, des couches limites exceptionnellement profondes (> 3000 m) se sont développées les deux jours suivants (24 et 25 juin). L'intensité du mélange vertical dans la couche de mélange diurne est contrôlée par plusieurs facteurs, notamment les échanges radiatifs, les flux turbulents de chaleur, la stratification thermique de l'atmosphère libre et les vents horizontaux en altitude, aussi bien pendant la journée que durant la nuit précédente.

En particulier, il existe une relation entre l'augmentation des températures maximales en journée et le développement de la couche de mélange. Lorsque le mélange vertical est intense, l'air relativement chaud des couches situées vers 3000 m d'altitude, caractérisé par une température potentielle élevée, est incorporé dans la couche de mélange atmosphérique (processus « d'entraînement »). Ce mécanisme contribue à de très hautes températures près de la surface. Les 24 et 25 juin, par exemple, le réchauffement local semble avoir favorisé un mélange vertical particulièrement intense, permettant l'entraînement de l'air chaud d'altitude et contribuant ainsi aux températures extrêmes, supérieures à 41°C, enregistrées dans le centre de Paris.

À l'inverse, le 23 juin, la hausse de la température de l'air en matinée est restée limitée et le mélange vertical a été relativement faible. Cette situation s'explique par l'arrivée à Paris, au cours de la matinée, d'un écoulement d'air frais issu d'un système convectif de précipitations s'étant développé au-dessus de la Belgique.

Les observations détaillées des profils de vitesse et de direction du vent, de turbulence et de température, réalisées sur plusieurs sites de mesure de l'IPSL, permettent d'étudier plus finement ces variations quotidiennes du développement de la couche de mélange atmosphérique ainsi que leur influence sur les vitesses de réchauffement et de refroidissement locales. Nous poursuivons nos recherches afin d'évaluer leurs conséquences sur les variations d'exposition à la chaleur entre le centre urbain et les zones rurales environnantes (voir la publication de référence de Haeffelin *et al.*).



Évolution du 15 au 28 juin 2026 de la couche de mélange atmosphérique en région parisienne. En haut (a), évolution de la température près de la surface (noir) et de la température potentielle de l'atmosphère à 3500 mètres d'altitude (orange). En bas (b), évolution de la température potentielle de l'atmosphère (dégradé de couleur) en fonction de l'altitude, et évolution de la hauteur de la couche de mélange atmosphérique (en mètres au-dessus de la surface) (trait blanc et cercles). Mise en évidence d'une période de mélange vertical faible et couche de mélange superficielle puis d'un mélange vertical intense et d'une couche de mélange plus épaisse.

Référence

- Haeffelin, M., Ribaud, J.-F., Céspedes, J., Dupont, J.-C., Lemonsu, A., Masson, V., Nagel, T., and Kotthaus, S.: *Impact of boundary layer stability on urban park cooling effect intensity*, *Atmos. Chem. Phys.*, 24, 14101–14122, <https://doi.org/10.5194/acp-24-14101-2024>, 2024.

Contacts

Simone Kotthaus • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

simone.kotthaus@lmd.ipsl.fr

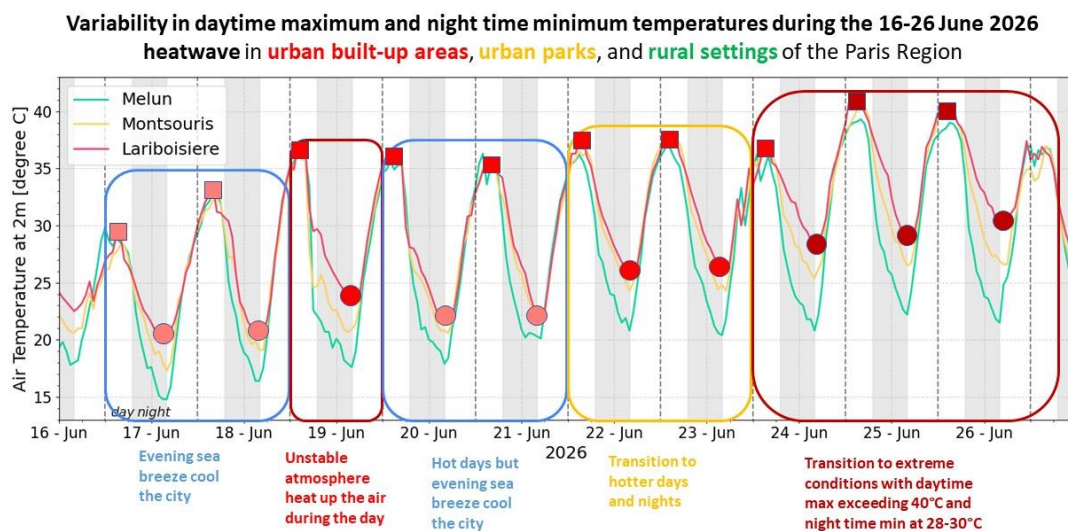
Martial Haeffelin • **Melania Van Hove** • **Cheikh Dione** • **Jean-François Ribaud** • Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)

Sophie Bastin • **Matthias Hersent** • Laboratoire Atmosphères, Observations Spatiales (LATMOS-IPSL)

Variabilité des températures maximales diurnes et minimales nocturnes durant la canicule du 16 au 26 juin 2026

Deux systèmes dépressionnaires sur l'Atlantique et la Méditerranée ont maintenu une vaste dorsale sur l'Europe occidentale pendant près de dix jours, favorisant une advection continue d'air anormalement chaud. Les températures de l'air aux altitudes comprises entre 1 500 et 3 000 m étaient plus de 10°C au-dessus des conditions estivales habituelles. Malgré ce schéma persistant à grande échelle, on a observé en Île-de-France des variations marquées d'un jour à l'autre, tant pour les températures maximales diurnes que les minimales nocturnes.

Lors des journées où le réchauffement diurne a été le plus marqué (en particulier les 18, 24 et 25 juin), l'atmosphère est devenue fortement instable, permettant à la couche de mélange — la partie la plus basse de l'atmosphère où l'air est brassé verticalement — de s'étendre de sa profondeur estivale habituelle de 1500 à 2000 m jusqu'à plus de 3000 m. Cette extension a permis à de l'air très chaud présent en altitude d'être transporté vers la surface. En descendant, cet air s'est comprimé sous l'effet de l'augmentation de la pression atmosphérique, se réchauffant davantage et contribuant ainsi aux températures extrêmes supérieures à 40°C observées les 24 et 25 juin. Les 20 et 23 juin, le réchauffement diurne a été légèrement atténué par des courants d'air plus frais issus des précipitations convectives à proximité, qui ont contribué à faire baisser les températures dans la région parisienne.



Les 3 points de mesures sont des stations Météo-France situées à Melun-Villaroche (station rurale), Parc Montsouris (parc urbain), et Hôpital Lariboisière (urbain bâti).

Les conditions nocturnes ont présenté des contrastes encore plus marqués. Contrairement à de nombreuses canicules, généralement associées à une atmosphère stable et peu ventilée la nuit, cet épisode s'est caractérisé par une atmosphère plus turbulente et des vents modérés durant la plupart des nuits. Le refroidissement des zones rurales et des parcs urbains a également été moins efficace que lors des précédentes canicules, probablement en raison de vents nocturnes plus soutenus et d'une végétation davantage affectée par le stress thermique. En revanche, les nuits des 16-17, 17-18, 19-20 et 20-21 juin ont connu un refroidissement relativement plus important, avec des températures minimales comprises entre 20 et 21°C dans les quartiers urbanisés de Paris. Cette baisse des températures s'explique par l'advection horizontale d'air plus frais : au cours de ces nuits, une brise de mer de grande échelle en provenance de la Manche a atteint la région parisienne en soirée. Cette brise n'a toutefois pas affecté Paris durant la nuit du 18 au 19 juin, ni au cours de la période allant du 21 au 26

juin. Le soir du 19 juin, d'importantes précipitations convectives au nord de Paris ont également probablement favorisé l'arrivée d'un air plus frais et plus turbulent. À l'inverse, les nuits des 23-24, 24-25 et 25-26 juin ont été exceptionnellement chaudes, avec des températures minimales comprises entre 28 et 30°C au cœur de l'agglomération parisienne. Ces nuits inhabituellement chaudes résultent de la combinaison de plusieurs facteurs : l'accumulation de chaleur dans le tissu urbain, des conditions atmosphériques plus stables limitant l'apport d'air plus frais rural, et possiblement la présence d'aérosols de poussières désertiques chaudes, qui ont réduit le refroidissement radiatif nocturne de la surface.

Dans son ensemble, cette canicule se distingue des épisodes passés par sa durée supérieure à dix jours, par des températures diurnes et nocturnes record, ainsi que par sa survenue particulièrement précoce dans la saison estivale. Elle illustre également le rôle déterminant de plusieurs processus atmosphériques, allant de l'échelle locale à régionale — notamment l'advection d'air chaud à différentes altitudes, le mélange atmosphérique, les brises de mer, les orages locaux et les poussières désertiques — dans la modulation des températures maximales diurnes et minimales nocturnes. Si les zones rurales et les parcs urbains demeurent généralement plus frais que les secteurs densément urbanisés pendant la nuit, leur capacité de refroidissement dépend fortement des conditions atmosphériques dominantes (Haeffelin *et al.* 2024).

La variabilité des échanges d'air entre les centres urbains densément bâtis, les espaces ruraux environnants et les masses d'air à plus grande échelle, l'intensité du mélange vertical, ainsi que les rôles respectifs des caractéristiques de surface et des conditions atmosphériques locales à régionales dans le contrôle des températures diurnes et nocturnes, constituent encore aujourd'hui des sujets de recherche actifs. Une meilleure compréhension de ces processus est essentielle pour accompagner les transformations des environnements urbains, devenues indispensables face à des vagues de chaleur appelées à devenir plus fréquentes, plus longues et plus intenses dans un climat en réchauffement.

Référence

- Haeffelin, M., Ribaud, J.-F., Céspedes, J., Dupont, J.-C., Lemonsu, A., Masson, V., Nagel, T., and Kotthaus, S.: *Impact of boundary layer stability on urban park cooling effect intensity*, *Atmos. Chem. Phys.*, 24, 14101–14122, <https://doi.org/10.5194/acp-24-14101-2024>, 2024.

Contacts

Martial Haeffelin • Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)

martial.haeffelin@ipsl.fr

Simone Kotthaus • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

Melania Van Hove • **Cheikh Dione** • **Jean-François Ribaud** • Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)

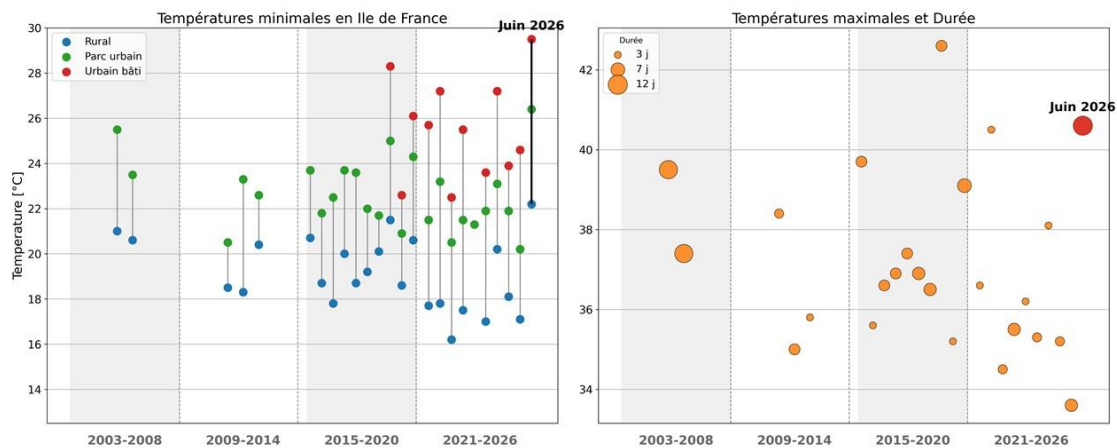
Sophie Bastin • **Matthias Hersent** • Laboratoire Atmosphères, Observations Spatiales (LATMOS-IPSL)

Intensité et durée de la vague de chaleur de juin 2026 mise en contexte des canicules des 25 dernières années en Île-de-France

Comme attendu et remarqué à l'échelle nationale et européenne, la figure 1 montre une forte augmentation de l'occurrence des canicules en Île-de-France, avec 5 canicules entre 2003 et 2014, contre 20 entre 2015 et 2026.

En Île-de-France, la canicule de juin 2026 est exceptionnelle de par sa durée (12 jours, contre 11 en août 2003 et juillet 2006 en Île-de-France), et ses températures minimales nocturnes, d'autant plus étonnantes pour une canicule aussi précoce. En zone urbaine, les températures ont atteint 29,5°C dans la nuit du 26 au 27 juin 2026 (contre 22,2°C en zone rurale), dégradant les conditions de repos nocturne des populations vivant en zone urbaine dense. Néanmoins, 22,2 est aussi un record de nuits tropicales en juin sur la station rurale. Un approfondissement des analyses est nécessaire pour expliquer le relativement faible refroidissement des zones rurales la nuit pendant cette canicule.

La température maximale est aussi remarquable, au-delà de 41°C en zone urbaine dense, mais reste en dessous du record de juillet 2019. Elle est associée à une humidité relative moyenne de 37%, légèrement plus élevée que 2019 (34 %) et 2003 (35 %) mais particulièrement faible pour un mois de juin (figure 2). Cette figure montre le lien local entre la température maximale et la sécheresse de l'atmosphère. Cela confirme les analyses en cours qui suggèrent qu'en région parisienne, la tendance vers des températures maximales de plus en plus élevées est associée à des advections d'air chaud en basse couche, et des processus de chauffage en surface, qui sont plus ou moins amplifiés localement en fonction des états de sécheresse de la surface, plutôt qu'à du réchauffement de la moyenne troposphère comme cela peut-être le cas ailleurs.

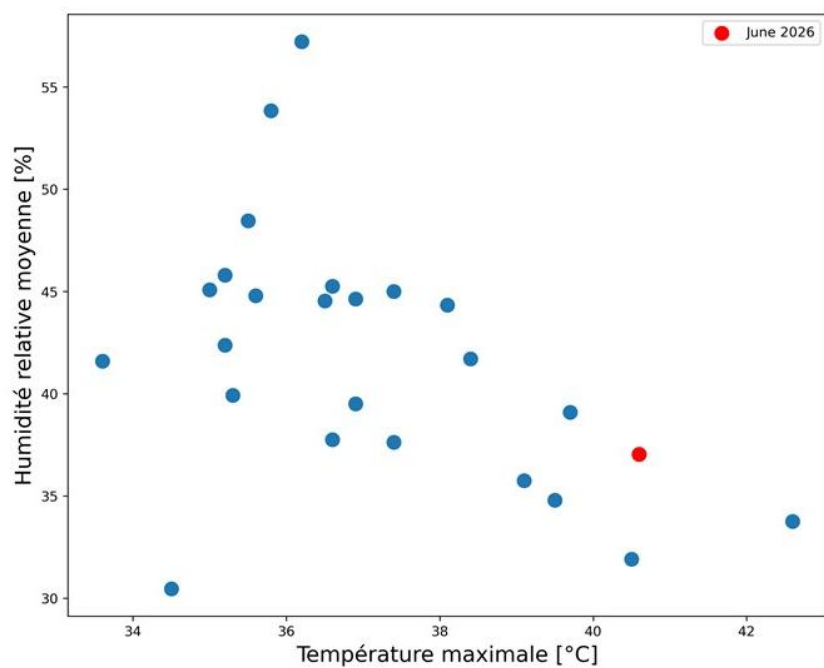


À gauche : température minimale en zone rurale (Melun), parc urbain (Montsouris), et urbain dense (Lariboisière) pour toutes les canicules détectées en Ile de France sur la période 2003-2026 (par période de 6 ans).

À droite : température maximale atteinte à Montsouris pour chaque canicule.

La taille du symbole est proportionnelle à la durée de la canicule.

Température maximale atteinte pendant la période de canicule, en fonction de l'humidité relative.



Chaque point correspond à une canicule. Celle de juin 2026 est indiquée en rouge.

Contacts

Sophie Bastin • Matthias Hersent • Laboratoire Atmosphères, Observations Spatiales (LATMOS-IPSL)

matthias.hersent@latmos.ipsl.fr

Simone Kotthaus • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

Martial Haeffelin • Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)

Que nous apprennent les sources historiques sur les vagues de chaleur du passé ?

À la différence du climatologue ou du météorologue, l'historien du climat n'appréhende les vagues de chaleur qu'au travers de leurs impacts sur les sociétés humaines, raison pour laquelle il préfère le terme de « catastrophe » à celui « d'extrême ».

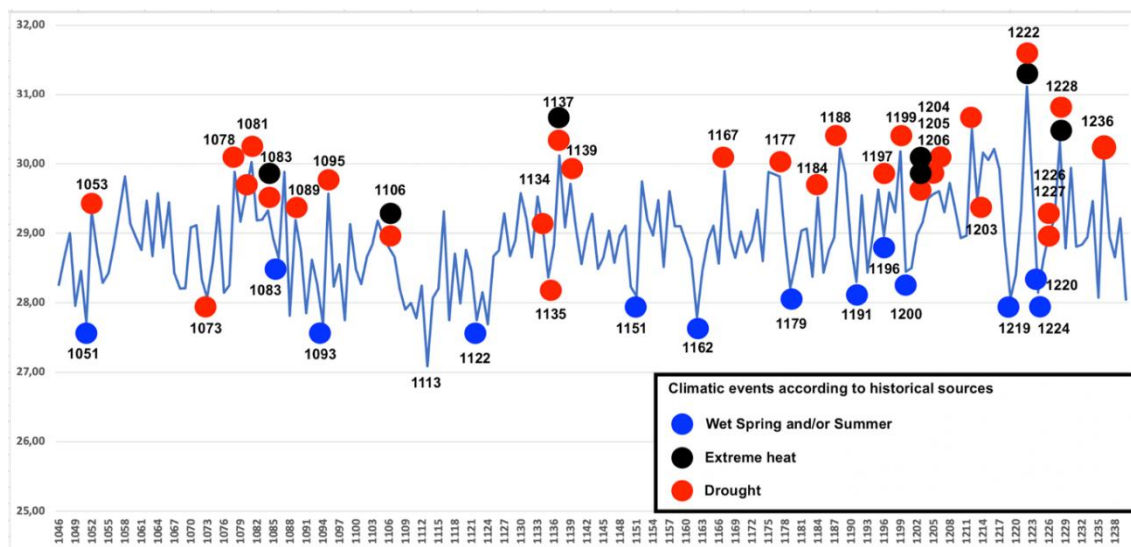
Sans surprise, les recherches conduites dans les archives anciennes confirment que ce phénomène météorologique extrême a toujours affecté nos ancêtres. Les premières traces de ces catastrophes apparaissent dès l'invention de l'écriture.

Comme aujourd'hui, ces vagues de chaleur tuaient sous diverses formes et les chroniques médiévales ne manquent pas d'évoquer la hausse brutale de la mortalité, les noyades, et même le décès du roi de France Louis le Gros lors de la vague de chaleur de l'été 1137 !

Si les matériaux historiques ne manquent pas, ils ne permettent pas en revanche d'en estimer l'intensité en termes statistiques jusqu'au XVIII^e siècle, faute de disposer de thermomètres. Pour la période postérieure aux années 1700, nous disposons en France de données instrumentales fiables, sachant que la France, avec l'Observatoire de Paris créé par Louis XIV, fait figure de pionnière en Europe en matière de relevés météorologiques.

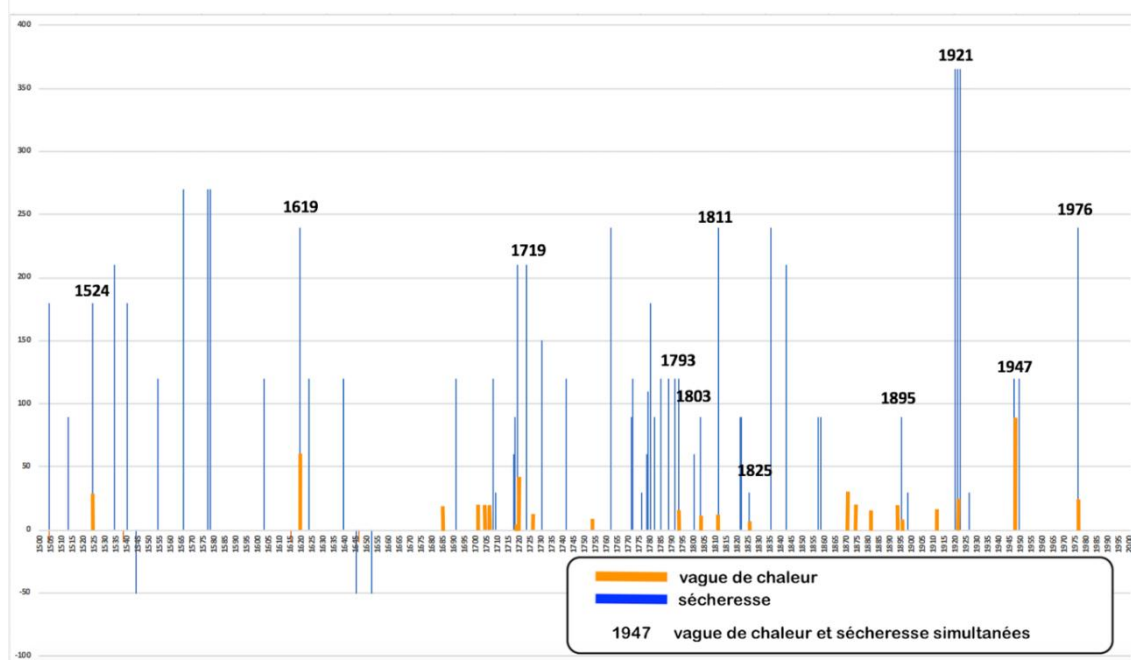
Les dates historiques des vendanges constituent les plus longues séries de données en Europe et permettent des reconstitutions quantitatives des températures d'avril à août, de manière continue, par exemple depuis 1354 à Beaune, en Bourgogne. Ces données mettent en évidence 33 événements extrêmes chauds et ont montré le caractère exceptionnel de l'année 2003, date de vendange la plus précoce de toute la série, l'événement antérieur le plus précoce ayant eu lieu en 1556. Depuis 2003, la moitié des années ont été exceptionnellement chaudes au printemps et en été, par rapport aux statistiques sur 664 ans ; les événements exceptionnellement rares au cours des derniers siècles sont devenus la norme.

Désigné sous le terme de « petit optimum médiéval » en raison d'un climat plus chaud et sec qui aurait régné entre les XI^e et XIII^e siècles, cet épisode de plus de 300 ans a souvent été évoqué pour nuancer le changement climatique contemporain. Or, l'éclairage historique révèle que seules 7 vagues de chaleur affectèrent la période, autrement dit une période de retour de l'ordre de 42 ans.



Comparaison XI^e-XIII^e siècles entre les pics de $\delta^{18}O$ (axe des ordonnées) dans les cernes d'arbres (courbe bleue) et les événements météorologiques historiques. Les cercles rouges indiquent des sécheresses, les cercles noirs les vagues de chaleur extrême et les cercles bleus des épisodes de précipitations exceptionnelles.

Entre le XV^e siècle et les années 1950, 22 vagues de chaleur ont sévi en France, avec des séquences plus intenses en durée et en fréquence, à l'instar des années 1480-1530, 1700-1719, 1870-1893 et 1947-1949.



Vagues de chaleur et sécheresses en France depuis 1500. L'axe des ordonnées correspond au nombre de jours et celui des abscisses aux années.

Parmi elles, les vagues de chaleur répétées de 1921 en Europe se rapprochent sensiblement de celles que nous connaissons actuellement. Après un hiver doux et un printemps plutôt frais, les températures commencent à s'emballer le 4 juin avec des températures situées autour des 30°C et des pics de 37-39°C atteints le 27 juin à Bordeaux et à Brive-la-Gaillarde, dans le Sud-Ouest. Après une courte accalmie, les chaleurs reprennent de plus belle à la mi-juillet (autour des 35°C) pour culminer le 28 juillet dans le Nord et l'Est du pays avec des records atteints à Paris (38,4°C), Metz (36,5°C), Chaumont

et Vesoul (41,6°C). La fraîcheur ne revient qu'à compter du 10 août et perdure jusqu'à la fin du mois pour laisser place de nouveau à des températures inhabituellement élevées en septembre et octobre dans l'ensemble du pays :

- 26,4°C à Paris le 11 octobre
- 30,8°C à Bordeaux et à Lyon le 10 octobre
- 28,1°C à Marseille le 21 octobre

En matière de comparaison avec notre climat actuel, la fréquence des aléas apparaît bien différente, avec une rupture nette située au tournant des années 1970. Avant cette décennie, nos sociétés risquaient d'affronter une vague de chaleur seulement tous les 23 ans contre moins de 2 ans de nos jours. L'emballement s'opère surtout après 2010, avec 26 vagues de chaleur recensées pour la seule période 2011-2025.

Références

- Garnier, E. (2019). *Historic drought from archives: Beyond the instrumental record*. In: Iglesias, A. et al. (eds.) *Drought Science and Policy*. Chichester: John Wiley & Sons, pp. 45–67.
- Garnier, E. (2021). [*Extreme events and history: For a better consideration of natural hazards*](#). In: Bernardara, P. and Bousquet, N. (eds.) *Statistical Extreme Value Theory with Applications to Natural Hazard Engineering*. Cham: Springer Nature, pp. 23–36.

Contact

Emmanuel Garnier • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)
emmanuel.garnier@lsce.ipsl.fr

La vague de chaleur de juin 2026, dopée par le réchauffement dû aux activités humaines

Les premières analyses montrent comment le changement climatique a amplifié un épisode météorologique exceptionnel et permettent de caractériser l'exposition des personnes et des activités économiques.

La vague de chaleur qui a touché une grande partie de l'Europe en juin 2026 restera comme l'un des épisodes les plus marquants jamais observés sur le continent. Plusieurs pays ont battu leurs records de température maximales et/ou minimales pour un mois de juin, voire leurs records absolus, tandis que des nuits exceptionnellement chaudes ont aggravé les risques pour la santé, les infrastructures, l'agriculture et les écosystèmes.

Cet événement est lié à une configuration atmosphérique rare, un puissant blocage anticyclonique qui a piégé pendant plusieurs jours de l'air chaud sur l'Europe occidentale. Si ce type de circulation est connu des climatologues, il se produit aujourd'hui dans un climat déjà fortement réchauffé. C'est précisément ce que permettent de quantifier les méthodes d'attribution développées à l'IPSL.

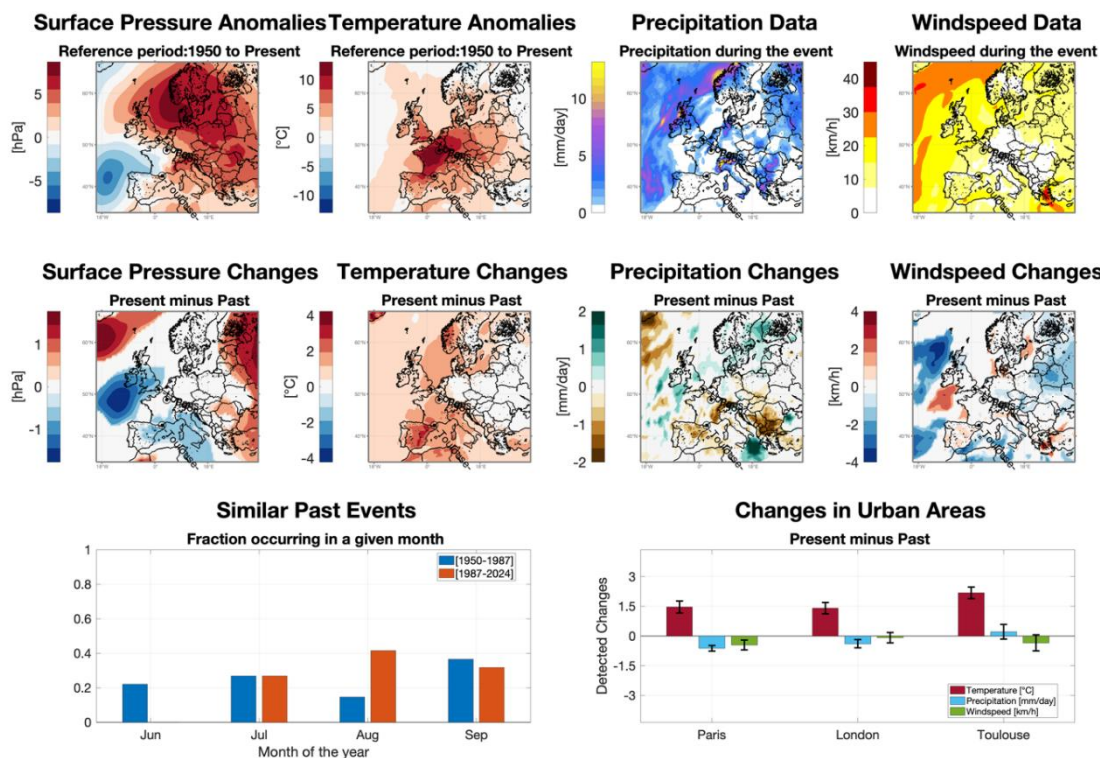
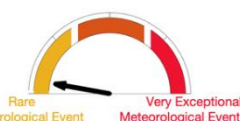
Grâce à l'outil ClimaMeter, nous avons comparé cette vague de chaleur à des situations météorologiques similaires observées depuis les années 1950. Les résultats montrent que, pour une même configuration atmosphérique, les températures sont aujourd'hui jusqu'à 2,5 °C plus élevées qu'elles ne l'étaient entre 1950 et 1987, notre période de référence. Les situations analogues ont également tendance à durer plus longtemps et à s'accompagner de conditions plus sèches et plus stagnantes, favorisant les chaleurs extrêmes. Nous observons aussi qu'elles surviennent désormais plus fréquemment au cœur de l'été, signe d'un allongement de la saison propice aux vagues de chaleur.

La circulation atmosphérique reflète la variabilité naturelle du climat. Celle-ci explique en partie pourquoi une vague de chaleur survient à un moment donné. En revanche, l'intensité des températures observées porte la signature claire du réchauffement climatique d'origine humaine, qui amplifie systématiquement ces épisodes.

Au-delà de la caractérisation météorologique, cette étude introduit une nouvelle façon d'évaluer les conséquences potentielles des événements extrêmes. En combinant les données climatiques avec des informations sur la population et l'activité économique, nous estimons qu'environ **327 millions de personnes et 15 600 milliards de dollars d'activité économique** ont été exposés à un événement extrême chaud dont l'intensité a été renforcée par le changement climatique. Cette approche n'est pas une évaluation des impacts directs, mais permet d'identifier où les enjeux humains et économiques sont les plus importants.

Ces travaux ouvrent de nouvelles perspectives pour l'attribution rapide des événements extrêmes. Ils permettront de mieux comprendre l'évolution des situations météorologiques favorables aux vagues de chaleur, d'améliorer les systèmes d'alerte et de fournir des informations directement utiles aux politiques d'adaptation. Dans une Europe qui se réchauffe plus vite que la moyenne mondiale, relier les avancées de la recherche aux décisions publiques devient un enjeu essentiel pour mieux anticiper les risques futurs.

ClimaMeter for Europe Heatwave 21-Jun-2026 to 27-Jun-2026



Analyse ClimaMeter de la vague de chaleur de juin 2026 montrant les conditions météorologiques et leur amplification par le changement climatique. © ClimaMeter/IPSL/CNRS

Références

- Zanchi, M., Holmberg, E., Alvarez-Castro, M. C., Alberti, T., Fučkar, N. S., Yiou, P., Tang, H., Lucarini, V., Galatolo, S., Messori, G., Chericoni, M., Coppola, E., Dafis, S., & Faranda, D. (2026). *Anthropogenic climate change amplified the June 2026 Western European heatwave*. ClimaMeter, Institut Pierre Simon Laplace, CNRS. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21136744>
- Faranda, D., Messori, G., Coppola, E., Alberti, T., Vrac, M., Pons, F., Yiou, P., Saint Lu, M., Hisi, A. N. S., Brockmann, P., Dafis, S., Mengaldo, G., & Vautard, R. (2024). *ClimaMeter: contextualizing extreme weather in a changing climate*, *Weather Clim. Dynam.*, 5, 959–983, doi: 10.5194/wcd-5-959-2024

Contacts

Davide Faranda • Marco Zanchi • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)
davide.faranda@lsce.ipsl.fr • marco.zanchi@lsce.ipsl.fr

Attribution actuelle et future de la vague de chaleur de juin 2026 en France

Pour évaluer l'impact du réchauffement climatique sur la vague de chaleur de juin 2026, nous ne regardons pas uniquement la température maximale d'une seule journée, mais un indicateur plus robuste appelé TM12x. Cette variable météorologique représente le maximum annuel de la moyenne de température sur une période glissante de 12 jours. Concrètement, pour chaque jour j de l'année, on calcule la température moyenne (incluant donc les minima nocturnes et les maxima diurnes) sur la séquence de douze jours se terminant le jour j . La valeur TM12x est la plus élevée de ces moyennes sur l'année entière.

L'intérêt majeur de la TM12x réside dans sa capacité à capturer la persistance de la chaleur. Une canicule dangereuse pour la santé humaine, l'agriculture et les infrastructures n'est pas seulement définie par un pic de chaleur à midi, mais par l'incapacité de l'atmosphère et du sol à se refroidir la nuit. En intégrant la température minimale sur douze jours, cet indicateur mesure l'accumulation de chaleur et le stress thermique continu subi par les organismes vivants. Une moyenne élevée sur 12 jours signifie que les nuits sont trop chaudes pour permettre la récupération, ce qui aggrave considérablement les impacts sanitaires et écologiques par rapport à un pic de chaleur isolé suivi d'une nuit fraîche.

L'analyse d'attribution de la vague de chaleur de juin 2026, basée sur cette variable TM12x, révèle un changement dramatique de la probabilité et de l'intensité d'un tel événement. Pour la France entière, les statistiques sont sans équivoque. Dans un monde climatique préindustriel, sans l'influence humaine sur le climat planétaire (scénario naturel à 0°C de réchauffement), un événement de cette intensité aurait une durée de retour estimée à environ 54000 ans. Autrement dit, il aurait été statistiquement quasi impossible. Avec le réchauffement actuel de +1,4°C, la durée de retour chute à environ 260 ans. L'événement est devenu deux cents fois plus fréquent. De plus, la TM12x est 1,6°C plus élevée que sans influence humaine.

Cependant, le résultat le plus frappant réside dans la projection vers les objectifs et trajectoires de réchauffement futurs. Si l'on prend comme référence la probabilité actuelle de l'événement de 2026 (à 1,4°C), l'avenir dessiné par les scénarios climatiques est inquiétant. L'Accord de Paris sur le climat vise à contenir le réchauffement largement sous 2°C avec l'aspiration à renforcer les efforts pour le limiter à 1,5°C.

Dans un monde à +2°C, l'événement serait 3 fois plus probable par rapport à 2026, avec une période de retour inférieure à 100 ans. La situation devient critique à +3°C avec une telle vague de chaleur 10 fois plus probable qu'aujourd'hui, montrant une période de retour de 25 ans.

En résumé, la variable TM12x nous alerte sur la dangerosité d'événements de chaleur persistante. Si le réchauffement actuel a déjà rendu le quasi-impossible possible (multiplication par 200 des probabilités), les scénarios à +2°C et +3°C aggraveront la situation et les risques associés. Par rapport à 2026, le risque d'avoir une telle canicule serait triplé à +2°C et décuplé à +3°C. Les intervalles de confiance confirment que même en prenant en compte les incertitudes des modèles, la tendance est inexorable : une chaleur persistante, autrefois rarissime, deviendra une caractéristique structurelle et fréquente des étés français.

Références

- Robin, Y., Vrac, M., Ribes, A., Barbaux, O. & Naveau, P. A Bayesian statistical method to estimate the climatology of extreme temperature under multiple scenarios: the ANKIALE package. *Geosci. Model Dev.* 19, 2349–2372 (2026).
- Robin, Y., Drouin, A., Soubeyrou, J.-M., Ribes, A. & Vautard, R. [Comment attribuer une canicule au changement climatique ?](#) *La Météorologie* 28-36 (2021) doi:10.37053/lameteorologie-2021-0090
- Robin, Y. & Ribes, A. Nonstationary extreme value analysis for event attribution combining climate models and observations. *Adv. Stat. Clim. Meteorol. Oceanogr.* 6, 205–221 (2020).

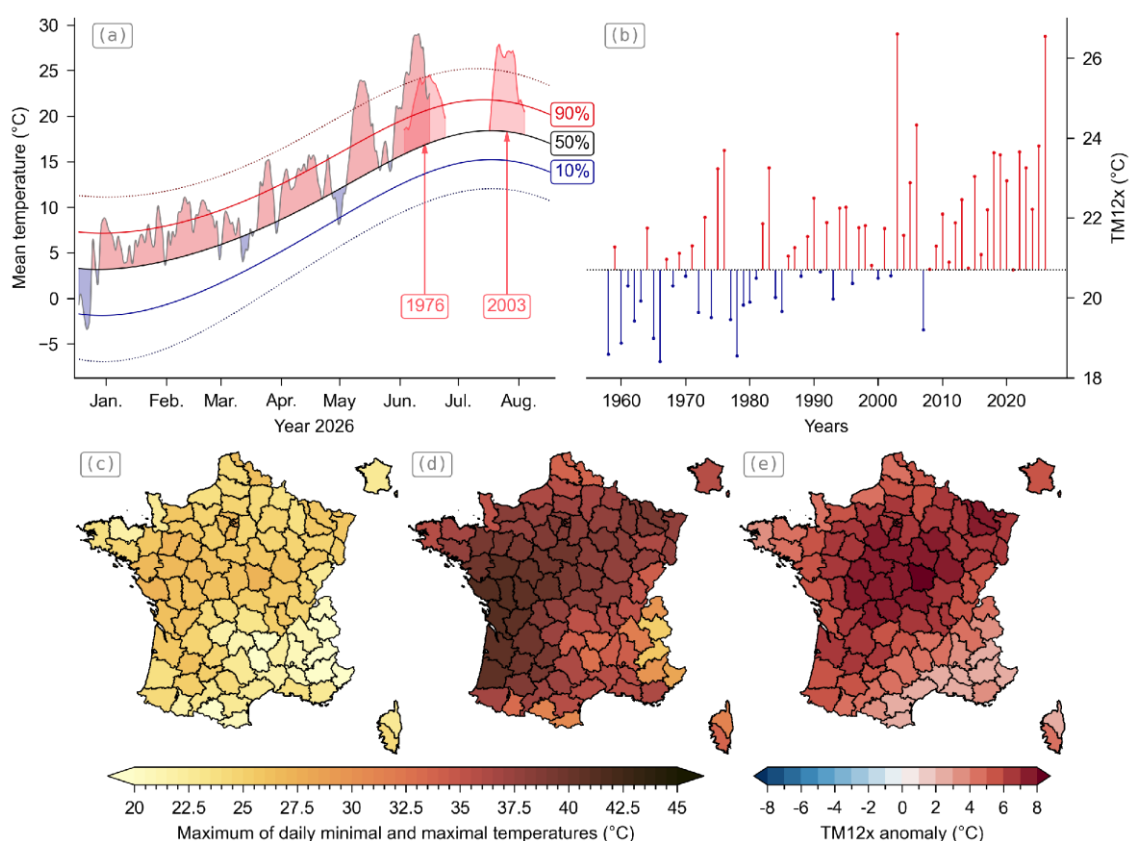


Figure 1 a. Température moyenne sur la France en 2026 avec le cycle saisonnier moyen en noir. La limite des 10% et 90% plus petites valeurs est aussi représentée. Les vagues de chaleur de 1976 et 2003 ont aussi été ajoutées en rouge. b. Variable TM12x pour la France entière en anomalie par rapport à 1961-1990. c-d. Température minimale et maximale pendant la vague de chaleur du 17 au 28 juin 2026. e. Anomalie de la TM12x

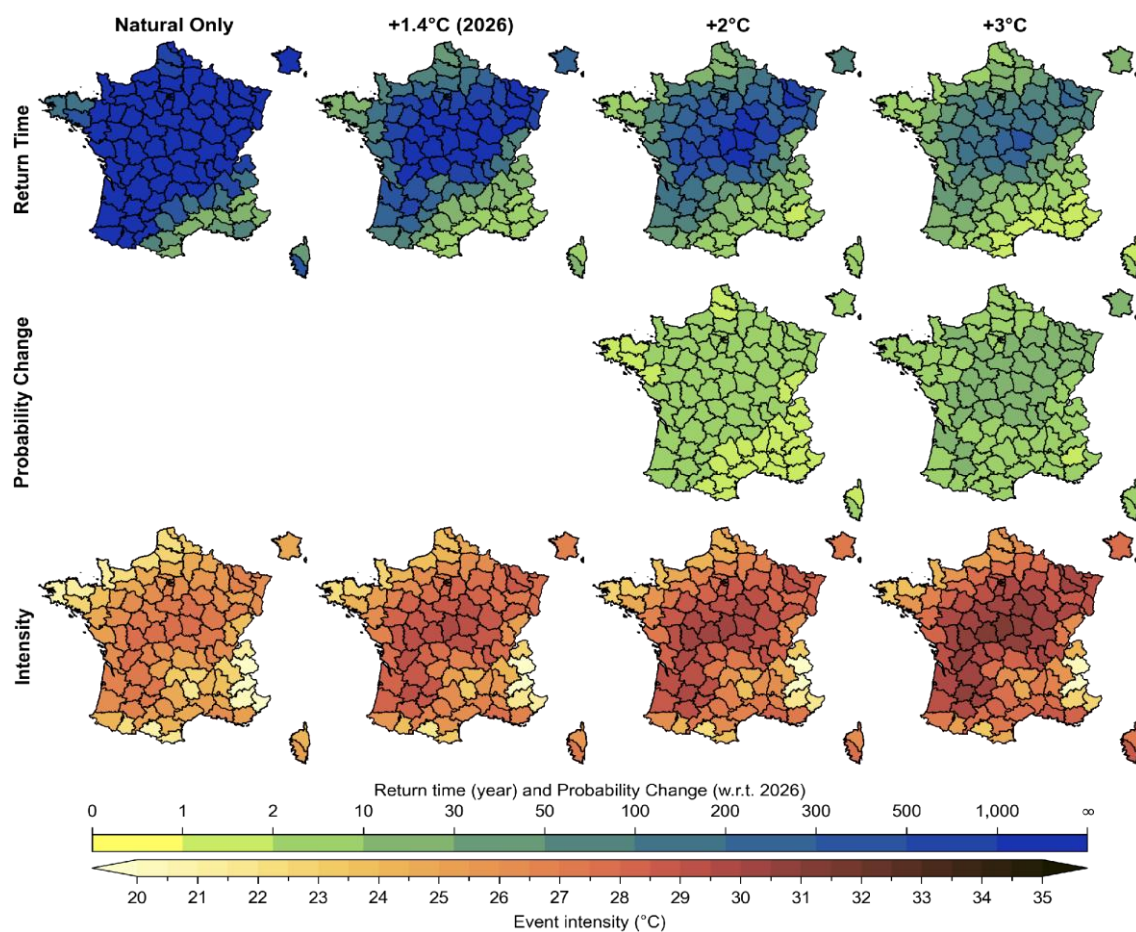


Figure 2 En ligne : période de retour, augmentation de probabilité par rapport à 2026 et intensité de la vague de chaleur de juin 2026. Les colonnes donnent les niveaux de réchauffement considéré : Natural Only correspond à un niveau de +0°C, en 2026 la valeur est estimée à +1,4°C, le +2°C et le +3°C correspondent aux niveaux de réchauffement futur.

Contacts

Yoann Robin • Mathieu Vrac • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)
yoann.robin@lsce.ipsl.fr • mathieu.vrac@lsce.ipsl.fr

Juin 2026 : un mois extrêmement chaud et sec en France et en Europe, attribuable aux émissions anthropiques

Les événements composés résultant de la combinaison d'une forte chaleur et d'une sécheresse ont des conséquences majeures sur la ressource en eau, la santé, l'agriculture, les écosystèmes, les infrastructures et le bâti. Les rétroactions entre ces deux phénomènes amplifient leur intensité : des températures élevées assèchent les sols, tandis que des sols plus secs renforcent la chaleur. Ce type d'événement peut avoir des impacts supérieurs à ceux des événements pris séparément ([Zscheischler et al., 2020](#)). En France et en Europe, on observe depuis les années 1940 une augmentation de la fréquence des événements chauds et secs ([Schmutz et al., 2026](#)). Comme illustré par la figure 1, les événements récents (points rouges) se situent davantage dans le quadrant supérieur droit correspondant aux conditions simultanément chaudes et sèches. Jusqu'à présent, les épisodes les plus extrêmes étaient associés à juillet 2022 et août 2003. L'événement actuel de 2026 est particulièrement remarquable en survenant dès le mois de juin. Les précédents mois de juin les plus chauds et secs étaient ceux de 2022 et 2025, qui ont été suivis par des mois de juillet et août également exceptionnels. Ceci appelle donc à une vigilance accrue pour les mois de juillet et août 2026.

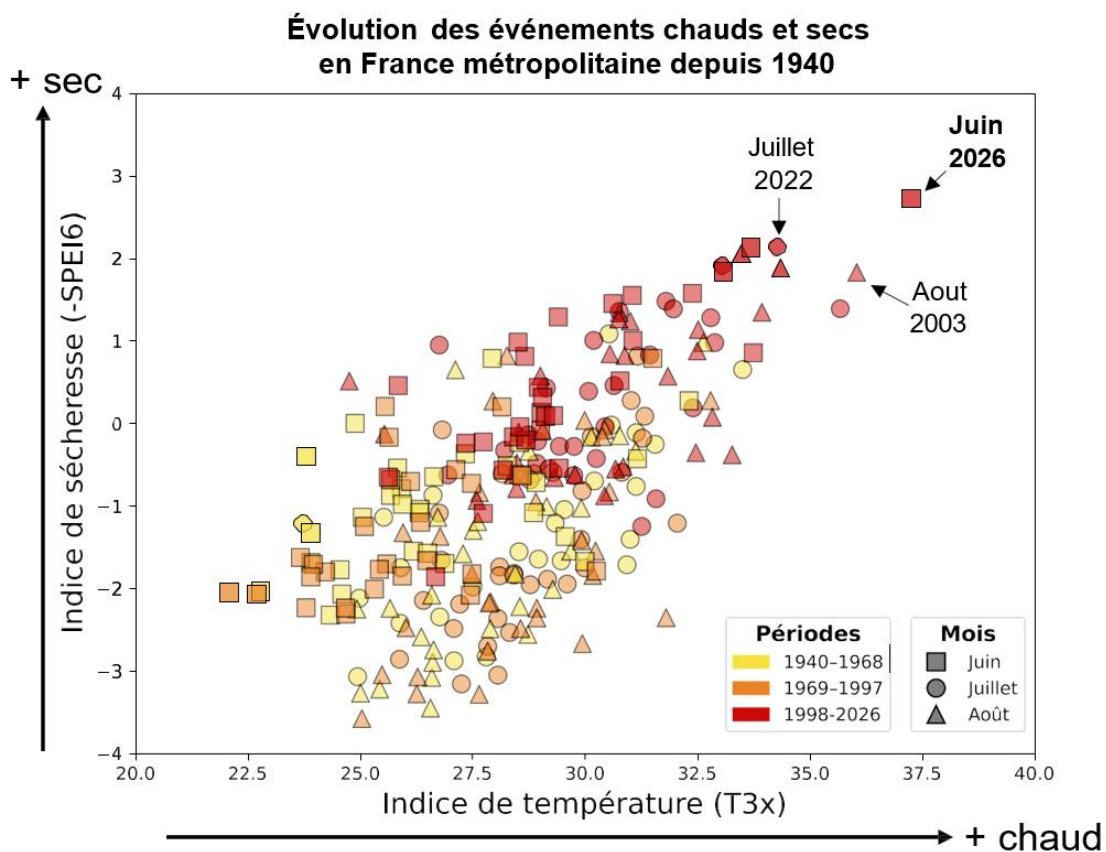


Figure 1. T3x (°C) : max mensuel des Tmax sur 3 jours glissants ; SPEI6 : indice standardisé de précipitation-évapotranspiration sur 6 mois (données ERA5).

L'augmentation de la fréquence de ces événements soulève la question de leur cause. Les études d'attribution quantifient l'influence humaine en comparant l'événement observé dans le climat actuel à celui qui aurait pu avoir lieu dans un climat sans émissions anthropiques de gaz à effet de serre ([Stott et al., 2004](#)). Ici, la probabilité de l'épisode chaud et sec de juin 2026 est comparée à celle d'un événement similaire au début du 20^e siècle (1900-1930), dans un climat peu perturbé par les activités humaines. L'événement a principalement touché l'Europe centrale et occidentale, du nord de l'Espagne à l'Ukraine,

en passant par le sud de la Grande-Bretagne. Le changement climatique anthropique a rendu cet événement au moins 1000 fois plus probable dans près de la moitié des régions touchées. Dans certaines zones, un tel événement aurait même été impossible sans influence humaine. Dans 10% des régions touchées, le réchauffement a aggravé les conditions hydriques des sols, les faisant passer de normales ($-0.5 < -SPEI6 < 0.5$) à sèches ($-SPEI6 > 0.5$), voire extrêmement sèches ($-SPEI6 > 2$). Il a également renforcé l'intensité de l'indicateur de température (maximum mensuel des maxima journaliers moyennés sur 3 jours glissants) d'environ 4,5 °C en moyenne en France (voir figure 2).

Le message est clair : sans l'influence des activités humaines, l'événement chaud et sec de juin 2026 aurait été moins intense, voire impossible dans certaines régions. Cette étude souligne ainsi l'importance des mesures d'atténuation, c'est-à-dire de réduction des émissions de gaz à effet de serre, dans l'ensemble des secteurs d'activité. L'étude des événements composés constitue un domaine émergent. De nouvelles recherches sont nécessaires pour mieux comprendre leurs mécanismes, leurs évolutions futures et leurs impacts.

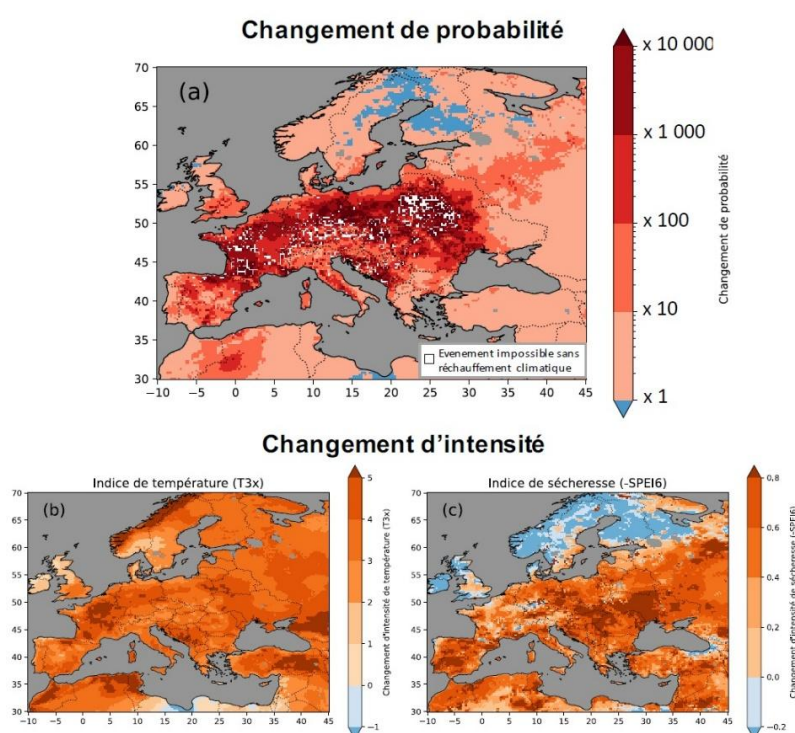


Figure 2. Juin 2026 : changement de probabilité (a) et d'intensité des indices de température (T3x) (b) et de sécheresse (-SPEI6) (c) par rapport à 1900-1930.

Références

- Schmutz, J., Vrac, M., François, B., and Bulut, B. (2026). *Spatial structures of emerging hot and dry compound events over Europe from 1950 to 2023*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 26(2):881–900.
- Stott, P. A., Stone, D. A., and Allen, M. R. (2004). *Human contribution to the European heatwave of 2003*. *Nature*, 432(7017):610–614.
- Zscheischler, J., Martius, O., Westra, S., Bevacqua, E., Raymond, C., Horton, R. M., van den Hurk, B., AghaKouchak, A., Jézéquel, A., Mahecha, M. D., et al. (2020). *A typology of compound weather and climate events*. *Nature reviews earth & environment*, 1(7):333–347.

Contacts

Josephine Schmutz • Mathieu Vrac • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)
josephine.schmutz@lsce.ipsl.fr • mathieu.vrac@lsce.ipsl.fr

2.

IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR, LA VÉGÉTATION,
LES CANICULES MARINES ET LES Puits DE CARBONE

Vague de chaleur et dégradation de la qualité de l'air

Davantage de composés organiques volatils et d'aérosols organiques

Les températures élevées renforcent les émissions de composés organiques volatils (COV), à la fois provenant de la végétation et de l'évaporation de produits d'origine anthropique tels que les carburants, les solvants, les produits ménagers et les produits cosmétiques. Sous un fort ensoleillement, les COV réagissent avec les oxydants atmosphériques et les oxydes d'azote, notamment issus du trafic routier, conduisant à la formation d'ozone (O₃) et d'aérosols organiques secondaires. Les vagues de chaleur réunissent ainsi plusieurs conditions dégradant la qualité de l'air : des émissions plus importantes, des réactions atmosphériques plus rapides, un rayonnement solaire intense et une dispersion des polluants souvent plus faible. L'ampleur de tous ces effets est particulièrement remarquable en juin 2026. En effet, lors de la vague de chaleur de juin 2026, les mesures réalisées sur le site du SIRTa ont montré une augmentation des concentrations de COV, de NO₂, d'O₃ et d'aérosols organiques (figure 1), ces derniers atteignant des niveaux particulièrement élevés par rapport aux précédentes vagues de chaleur observées entre 2011 et 2025.

Le site du SIRTa est un observatoire de recherche atmosphérique situé à environ 20 km au Sud-Ouest de Paris. Intégré à l'infrastructure européenne de recherche ACTRIS, il assure des mesures à long terme des paramètres météorologiques et des composés réactifs de l'atmosphère (gaz et particules) grâce à des instruments de pointe (Bouillon *et al.*, 2025).

Lors des vagues de chaleur antérieures (figure 2), il a été démontré que les concentrations d'aérosols organiques augmentent à proximité des forêts et des espaces végétalisés, où les émissions biogéniques de COV sont élevées (Masson *et al.*, 2026). En ville, la végétation urbaine peut également contribuer à la formation d'aérosols organiques lorsque ses effets sont combinés aux émissions du trafic routier et à d'autres émissions d'origine anthropique (Maison *et al.*, 2024) (figure 3). Il ne s'agit pour autant pas d'un argument contre la végétalisation des villes, cela indique plutôt que celle-ci doit être conçue en cohérence avec les stratégies d'amélioration de la qualité de l'air. Les priorités de la recherche scientifique sont de mieux identifier les COV responsables de la formation des aérosols, de comprendre comment la sécheresse et le stress thermique influencent les émissions des arbres, et de déterminer comment ces processus varient de l'échelle régionale à celle de la rue.

Il est possible d'agir contre ce phénomène, mais il est pour cela essentiel de combiner le rafraîchissement urbain avec la réduction des émissions. Les émissions liées au trafic routier (véhicules thermiques), aux solvants et aux carburants doivent être réduites, en particulier pendant les vagues de chaleur. Les programmes de végétalisation devraient privilégier des essences à faibles émissions de COV, notamment celles qui libèrent le moins d'isoprène et de terpènes, ainsi que d'éviter les canopées denses dans les rues fortement encombrées et mal ventilées. Le choix des espèces doit également prendre en compte le climat de demain, la résistance à la sécheresse, les risques allergiques et les caractéristiques du tissu urbain.

Références

- Masson, V., et collaborateurs, 2026 : *The Paris 2024 Olympics Research Demonstration Project. Bulletin of the American Meteorological Society*, BAMS-D-25-0008.1, sous presse. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-25-0008.1>
- Bouillon, L., Gros, V., Lopez, M., Bonnaire, N., Philippon, C., Yver Kwok, C., David, L., Perrussel, O., Sanchez, O., Kotthaus, S., Petit, J.-E., Ciais, P., Ramonet, M., 2025. *Ten years of measurements (2012–2022) of the atmospheric composition at Saclay/SIRTa Observatory in the Île-de-France Region as part of ICOS and ACTRIS. Earth System Science Data Discussions*, 1–26. <https://doi.org/10.5194/essd-2025-602>
- Maison, A., Lugon, L., Park, S.-J., Baudic, A., Cantrell, C., Couvidat, F., D'Anna, B., Di Biagio, C., Gratien, A., Gros, V., Kalalian, C., Kammer, J., Michoud, V., Petit, J.-E., Shahin, M., Simon, L., Valari, M., Vigneron,

J., Tuzet, A., et Sartelet, K. (2024). *Significant impact of urban tree biogenic emissions on air quality estimated by a bottom-up inventory and chemistry transport modeling. Atmospheric Chemistry and Physics*, 24, 6011–6046. <https://doi.org/10.5194/acp-24-6011-2024>

Contacts

Contributeurs principaux

Valérie Gros • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)

valerie.gros@lsce.ipsl.fr

Jean-Eudes Petit • **Laura-Hélène Rivellini**

Karine Sartelet • CEREAS-IPSL

karine.sartelet@enpc.fr

Autres contributeurs

Antonin Bergé • **Nicolas Bonnaire** • **Juliette Brochet** • **Lorna Foliot**

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)

antonin.berge@lsce.ipsl.fr • nicolas.bonnaire@lsce.ipsl.fr • juliette.brochet@lsce.ipsl.fr • lorna.foliot@lsce.ipsl.fr

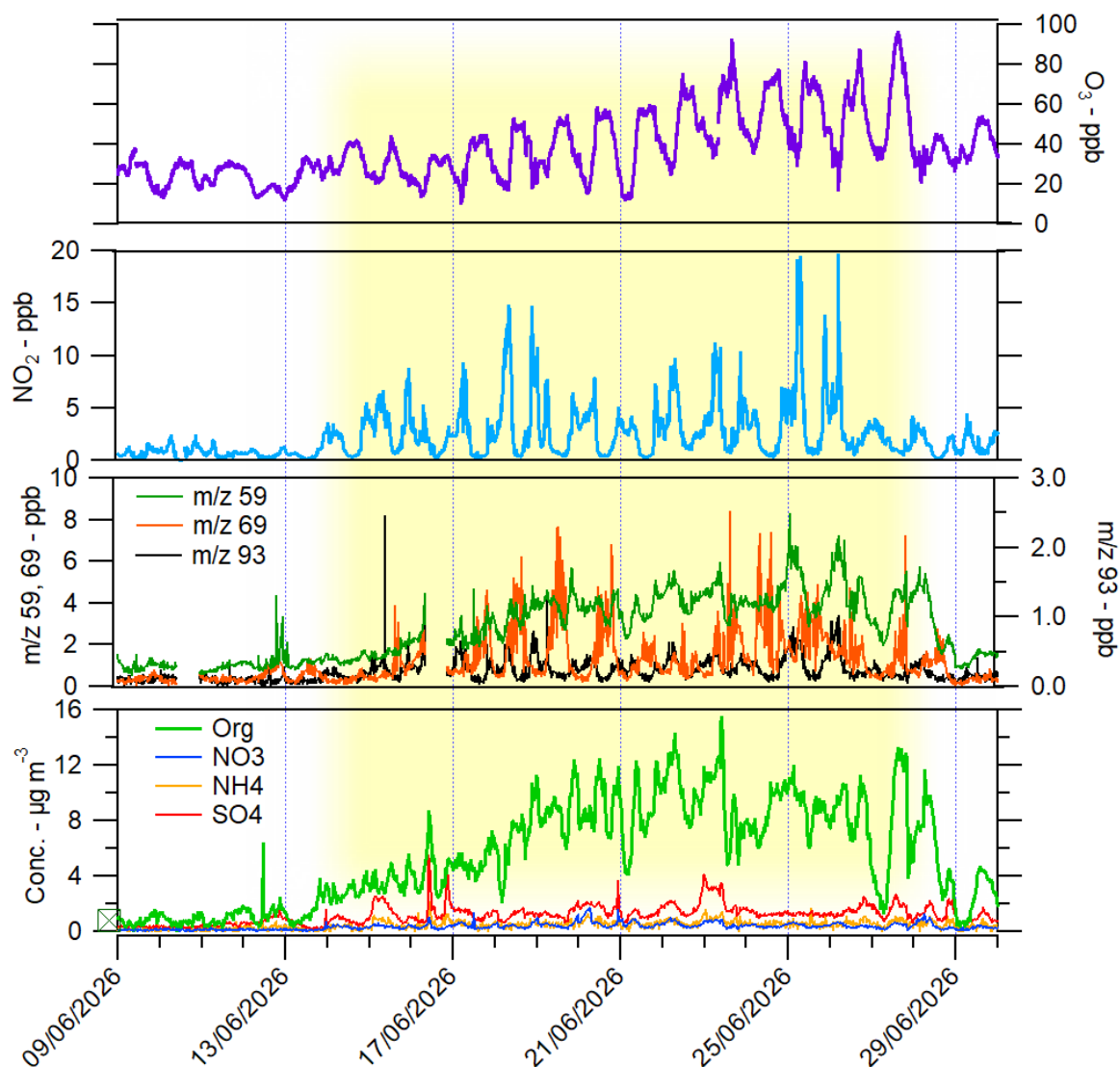


Figure 1. Concentrations d'aérosols et de gaz réactifs (ozone, dioxyde d'azote, COV : m/z 59 – acétone, m/z 69 – isoprène, m/z 93 – toluène) mesurées *in situ* au SIRTa pendant la vague de chaleur de juin 2026 (zone jaune).

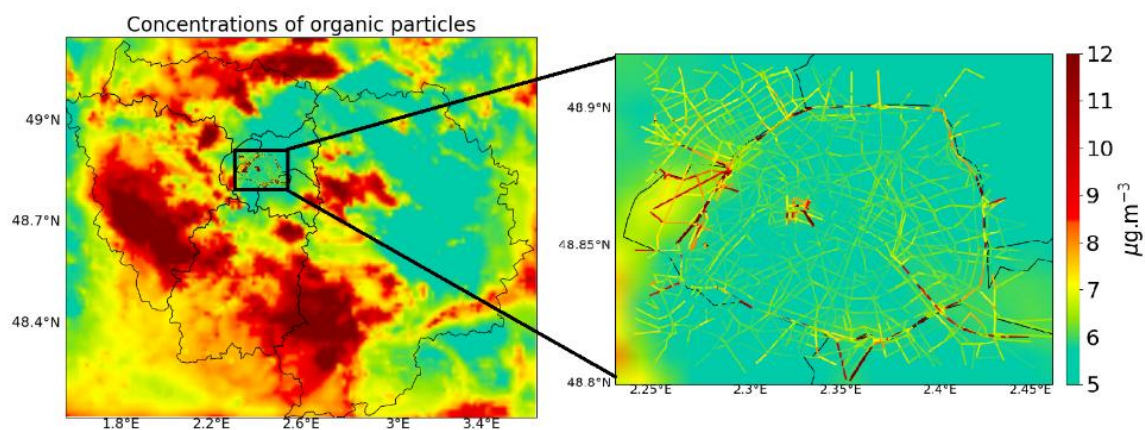


Figure 2. Les concentrations de particules organiques sont maximales lors des vagues de chaleur (17–18 juin 2022) dans l'agglomération parisienne ainsi que dans les rues de Paris (au niveau des piétons), d'après la chaîne de modélisation CHIMERE/MUNICH/SSH-aérosol. Malgré une contribution régionale importante, de forts gradients persistent à l'échelle locale (Masson *et al.*, 2026).

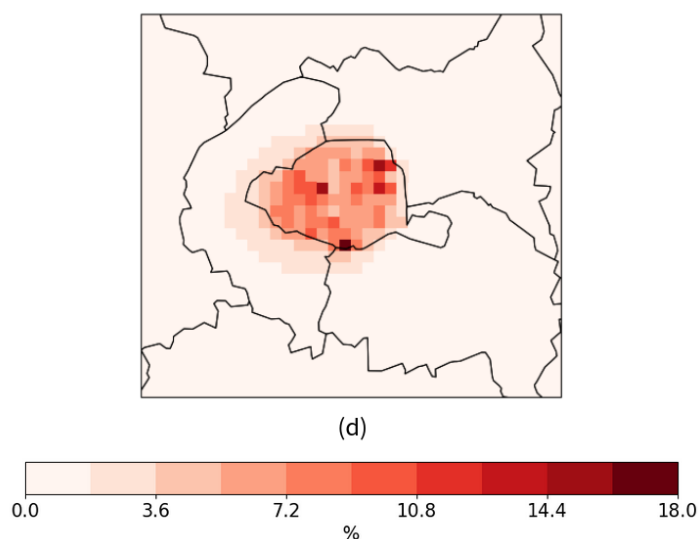
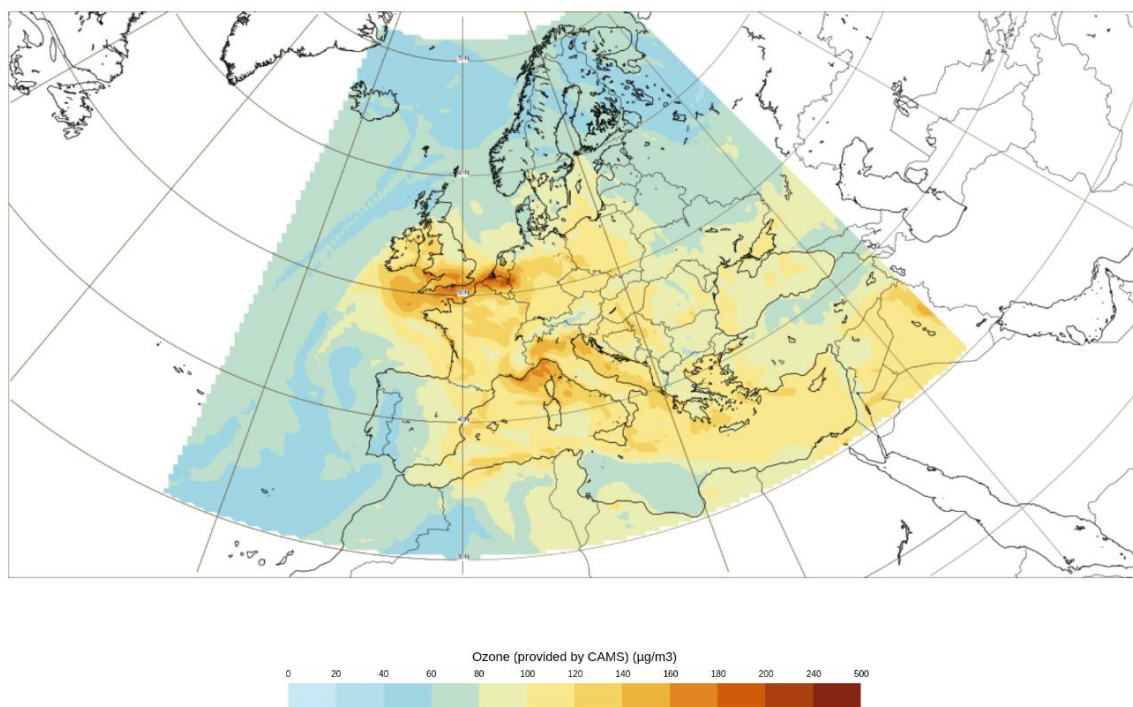


Figure 3. Contribution des arbres urbains à la formation de particules organiques lors de la vague de chaleur de 2022 (Maison *et al.*).

Impact de la canicule de juin 2026 sur la pollution à l'ozone : quelles différences par rapport à 2003 ?

La canicule qui a frappé la France fin juin 2026 a intensifié fortement la pollution à l'ozone : chaleur extrême, ensoleillement maximal et stagnation de l'air créent un environnement idéal pour la formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère. L'ozone est un polluant secondaire formé par des chaînes de réactions photochimiques impliquant des oxydes d'azote et des composés organiques volatils (COV), en présence d'un fort ensoleillement. Lors des canicules, la chaleur accélère ces réactions, favorise l'émission de COV notamment par la végétation et empêche le dépôt d'ozone sur celle-ci. Les faibles vents associés empêchent la dispersion des masses d'air polluées et entraînent l'accumulation de l'ozone.

Les niveaux observés fin juin 2026 ont largement dépassé les seuils d'impacts sanitaires dans de nombreuses régions. Ainsi dans de nombreuses régions françaises les concentrations horaires ont dépassé fréquemment le seuil d'information de $180 \mu\text{g m}^{-3}$. Le seuil de $200 \mu\text{g m}^{-3}$ a même été dépassé dans des régions rurales d'Île-de-France et de Normandie, dans les Haut-de-France, Bourgogne Franche-Comté et en Alsace d'après le réseau des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air sans toutefois dépasser le seuil d'alerte de $240 \mu\text{g m}^{-3}$.



PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY



Prévision d'Ozone (CAMS COPERNICUS) du 25 juin 2026 à D+0 15:00 UTC.
© European Union, Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) 2026.
Image fournie par Copernicus / ECMWF

La succession de dépassements observés depuis le début de l'épisode illustre un épisode durable, alimenté par des températures dépassant 35-40°C sur la plupart des régions françaises et des nuits tropicales favorisant la formation et la stagnation des polluants. La combinaison canicule plus ozone accroît les risques sanitaires : irritations, baisse de la fonction respiratoire, aggravation des pathologies cardio-respiratoires. L'ONG Global Witness estime, grâce aux données de COPERNICUS et de l'Agence Européenne de l'Environnement, que plus de 100 millions de jeunes et de personnes âgées dans l'UE ont été exposés à une pollution dangereuse à l'ozone lors de la vague de chaleur de juin. Les concentrations d'ozone prédites par le système COPERNICUS (ci-dessus) montrent une élévation générale des concentrations en Europe pendant l'épisode.

Néanmoins, si l'on considère que les niveaux de températures étaient sensiblement les mêmes que lors de la canicule d'août 2003 avec des durées d'ensoleillement pourtant supérieures en juin 2026, il est remarquable de voir que les concentrations d'ozone n'ont pas atteint les fortes valeurs de 2003 qui avait souvent dépassé le seuil d'alerte de 240 $\mu\text{g m}^{-3}$. Ceci semble confirmer l'efficacité des réductions d'émissions de polluants anthropiques observées depuis ces 25 dernières années sur la survenue des pics d'ozone. Il est à noter que les niveaux de concentrations en particules fines PM2.5 sont restés modérés durant cet épisode caniculaire.

Des mesures de gestion ont été déclenchées afin de réduire notamment les émissions du trafic routier. Réduire l'usage de la voiture au sens large sera toujours bénéfique pour réduire l'exposition aux particules ultrafines, aux oxydes d'azote et généralement à l'ozone. Rappelons que même une voiture électrique émet des particules fines notamment par l'abrasion des freins et des pneus (Bessagnet *et al.*, 2022). Enfin, réduire l'exposition chronique à la pollution atmosphérique sur le long terme nécessite d'agir sur un cocktail de mesures touchant notamment le trafic, l'agriculture, l'industrie, le secteur résidentiel.

Références

- Bessagnet, B.; Allemand, N.; Putaud, J.-P.; Couvidat, F.; André, J.-M.; Simpson, D.; Pisoni, E.; Murphy, B.N.; Thunis, P. *Emissions of Carbonaceous Particulate Matter and Ultrafine Particles from Vehicles—A Scientific Review in a Cross-Cutting Context of Air Pollution and Climate Change*. *Appl. Sci.* 2022, 12, 3623. <https://doi.org/10.3390/app12073623>
<https://globalwitness.org/en/campaigns/fossil-fuels/more-than-100-million-young-and-elderly-people-in-the-eu-exposed-to-hazardous-ozone-pollution-during-june-heatwave/>

Contact

Bertrand Bessagnet • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)
bertrand.bessagnet@lmd.ipsl.fr

Des pics d'ozone records en ville

La canicule de juin 2026 place les citadins en première ligne

La canicule de juin 2026 a conjugué chaleur extrême, très fort ensoleillement et stagnation de l'air. Bien que ces conditions soient classiques lors d'un épisode estival, elles ont produit en 2026 une anomalie : les plus fortes concentrations d'ozone ne se sont pas principalement situées en zone rurale, mais au cœur des zones urbaines denses.

L'analyse des séries temporelles des maxima journaliers d'ozone en Île-de-France, réalisée sur un échantillon constant de stations de mesure entre 2003 et 2026, montre pour la première fois en 2026 une récurrence de la domination des pics urbains tout au long de l'épisode (figure 1). La contribution des sites urbains aux plus fortes pointes d'ozone mesurées sur la région augmente ainsi de 8% en 2026 par rapport aux autres canicules : cette année, un tiers des maxima journaliers urbains figurent parmi les 25% des mesures régionales les plus élevées.

Les valeurs absolues mesurées en ville sont également exceptionnelles par rapport aux récentes canicules. Le 27 juin 2026, des pics horaires supérieurs à $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été enregistrés sur les sites urbains contre seulement $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en site rural. À titre de comparaison, lors de la canicule de juillet 2022, c'étaient les stations rurales qui affichaient les pointes les plus élevées (jusqu'à $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$), tandis que les stations urbaines présentaient des *maxima* autour de $160\text{-}170 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'été 2026 marque ainsi une inversion du gradient classique « rural-urbain » dans la distribution des valeurs d'ozone en période de forte chaleur (figure 2).

Cette inversion s'explique en partie par l'évolution des émissions de polluants en ville. La baisse significative des oxydes d'azote (NOx), qui continue à s'affirmer sur les cinq dernières années en lien avec un parc automobile plus propre, affaiblit le rôle de « puits » que jouait le monoxyde d'azote (NO) en consommant localement l'ozone (Monks *et al.*, 2015). Sans ce mécanisme, l'ozone peut être produit et s'accumuler directement au cœur des villes. Malgré tout, on doit noter que cette baisse des NOx a aussi pour effet de diminuer les valeurs absolues des *maxima* d'ozone en période de canicule (quelle que soit la typologie de l'environnement) comme le montre la comparaison aux valeurs observées en 2003, où des pics supérieurs à $220 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ avaient été mesurés sur l'ensemble des stations en Île-de-France avec des maxima au-delà de $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sur quasiment l'ensemble des stations rurales.

Pour les populations urbaines, déjà soumises à un excédent de chaleur via le phénomène d'îlot de chaleur urbain, cette situation est préoccupante. La combinaison d'une chaleur accrue et de concentrations élevées d'ozone renforce les risques sanitaires : irritations oculaires, altération des fonctions respiratoires et aggravation des pathologies cardiovasculaires. Ce nouveau constat invite à intégrer la production d'ozone urbain dans les futures stratégies de gestion de la qualité de l'air en ville. Cela passe par le renforcement des stratégies locales de baisse des précurseurs de l'ozone (NOx et COV) mais aussi par la prise en compte plus complexe des sources d'ozone de plus grande échelle comme la production associée à l'augmentation des concentrations de méthane (Fortems-cheiney *et al.*, 2017).

Il faut noter également que l'ozone est un polluant qui affecte fortement la croissance de certaines plantes, les rendements agricoles et il existe une relation complexe entre canicules, sécheresses et exposition à l'ozone. Les effets de ces différents facteurs peuvent être antagonistes (par exemple la fermeture des stomates en cas de sécheresse qui protège les plantes de l'exposition à l'ozone), ou accroître la vulnérabilité des plantes à l'un de ces facteurs. Cette question des impacts sur la végétation doit être adressée parallèlement aux impacts sur la santé humaine.

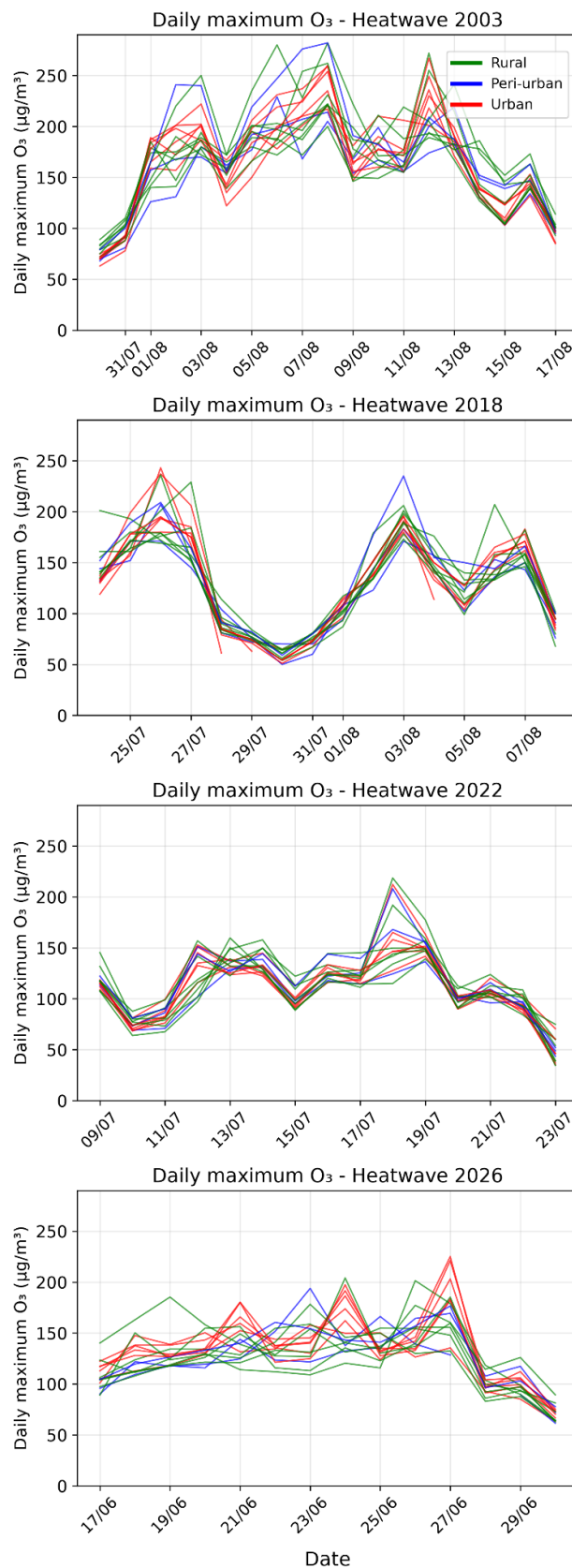


Figure 1. Concentrations maximales quotidiennes d'ozone ($\mu g/m^3$) mesurées sur un échantillon constant de stations de surveillance au cours de plusieurs vagues de chaleur. Les stations urbaines sont représentées en rouge. Données source : Airparif.

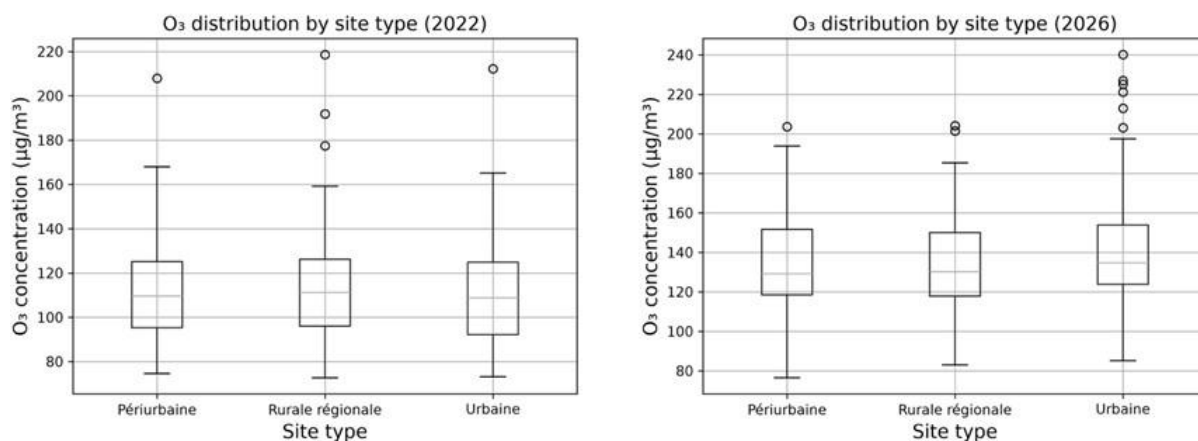


Figure 2. Distribution des mesures horaires par type de site pour un même échantillon de sites, lors des canicules de 2022 et 2026. Données source : Airparif.

Contacts

Isabelle Coll • Beatrice Biagi • Gilles Foret • Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA-IPSL)

isabelle.coll@lisa.ipsl.fr • beatrice.biagi@lisa.ipsl.fr • gilles.foret@lisa.ipsl.fr

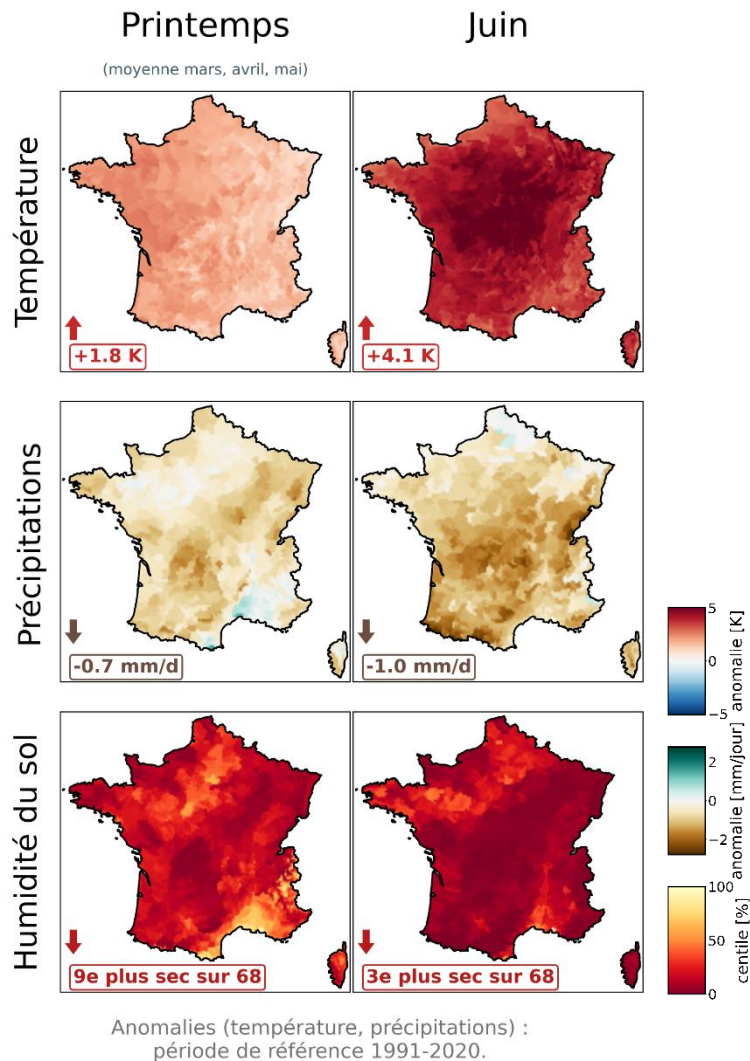
Références

- P. S. Monks, A. T. Archibald, A. Colette, O. Cooper, M. Coyle, R. Derwent, D. Fowler, C. Granier, K. S. Law, G. E. Mills, D. S. Stevenson, O. Tarasova, V. Thouret, E. von Schneidemesser, R. Sommariva, O. Wild, and M. L. Williams, *Tropospheric ozone and its precursors from the urban to the global scale from air quality to short-lived climate forcer*, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 8889–8973, <https://doi.org/10.5194/acp-15-8889-2015>, 2015
- Fortems-Cheiney A., G. Foret, G. Siour, R. Vautard, S. Szopa, G. Dufour, A. Colette, G. Lacressonniere and M. Beekmann, *A 3 °C global RCP8.5 emission trajectory cancels benefits of European emission reductions on air quality*, *Nature Communications*, 8, 89, 2017.

Juin 2026 : des sols secs avant l'été

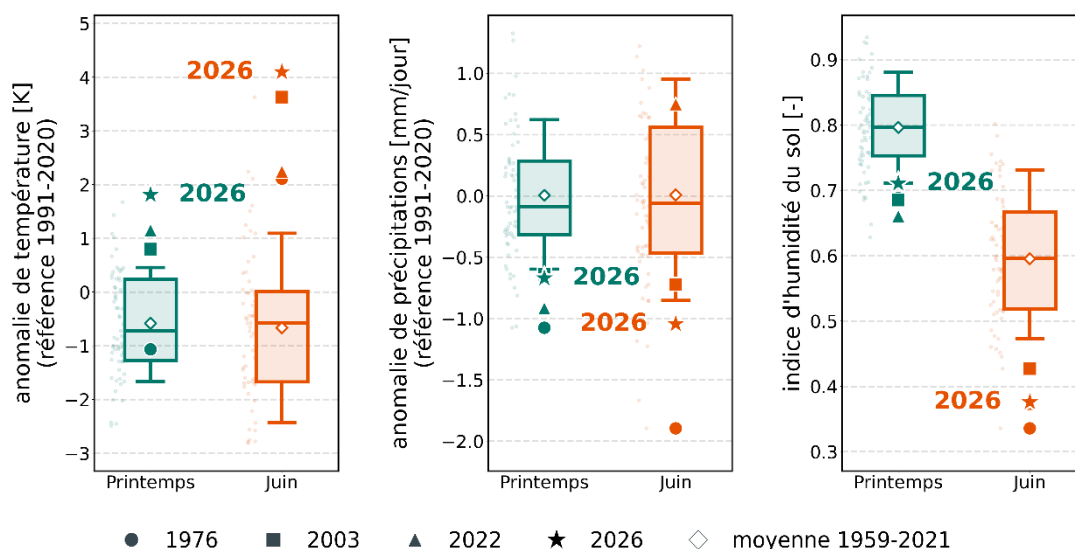
Chaleur record et risque de feux au plus haut

Juin 2026 a été le mois de juin le plus chaud mesuré en France depuis 1959, d'après la réanalyse SAFRAN de Météo-France. Sa température moyenne a dépassé de 4,1°C la moyenne sur la période de référence 1991-2020. Le printemps avait ouvert la voie : de mars à mai, l'anomalie a atteint 1,8°C, un record de saison lui aussi. Les précipitations, elles, ont fait défaut, après un printemps déjà sec. Sur l'ensemble du pays, juin 2026 a reçu un peu plus de la moitié de l'eau d'un mois de juin ordinaire.



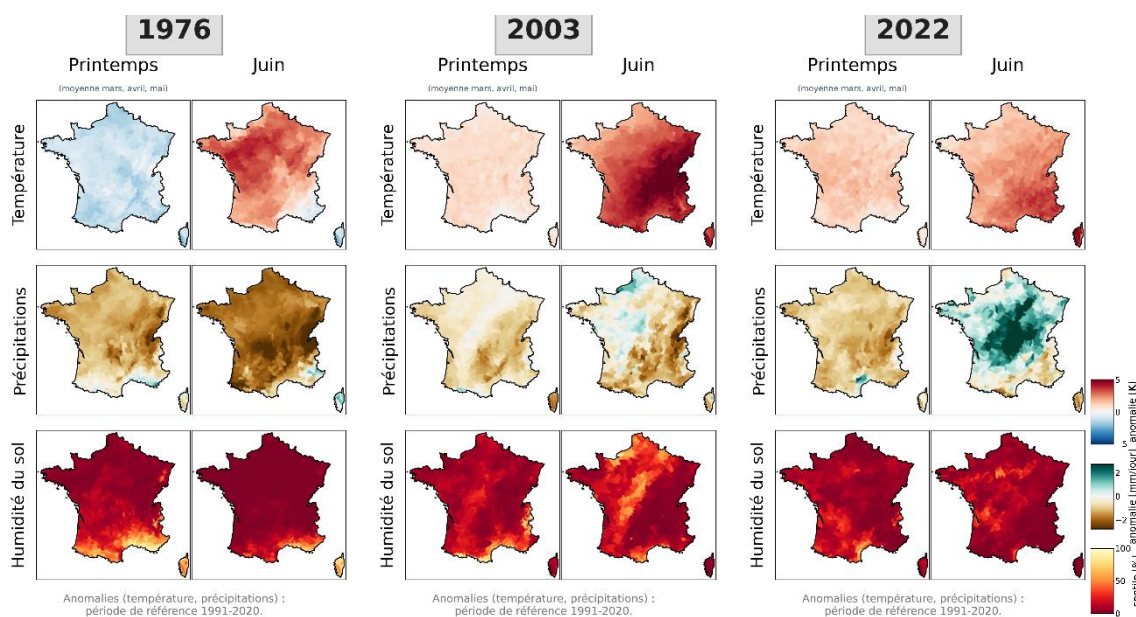
Printemps et juin 2026. Température et précipitations en écart à la normale 1991-2020. Sols : rang par rapport à la période 1959-2021. Précipitations à gauche, juin à droite. Données : SIM (SAFRAN-ISBA), 8 km

Quand la chaleur s'installe et que la pluie manque, les sols s'assèchent. Faute de recharge, ils cèdent leur eau à l'atmosphère. Météo-France reconstitue depuis 1958, à l'échelle de 8 km, la météo passée de l'eau des sols. D'après cette réanalyse, appelée SAFRAN-ISBA, l'humidité des sols de juin 2026 figure au troisième rang des plus faibles depuis 1959, derrière 1976 et 2022. Le sol garde la trace des semaines sèches, et cette mémoire conditionne le danger, que l'indice forêt-météo (IFM) résume à partir des variables du climat. Un sol épuisé ne soutient plus la biosphère continentale. La végétation et la litière se dessèchent, puis deviennent des combustibles disponibles.



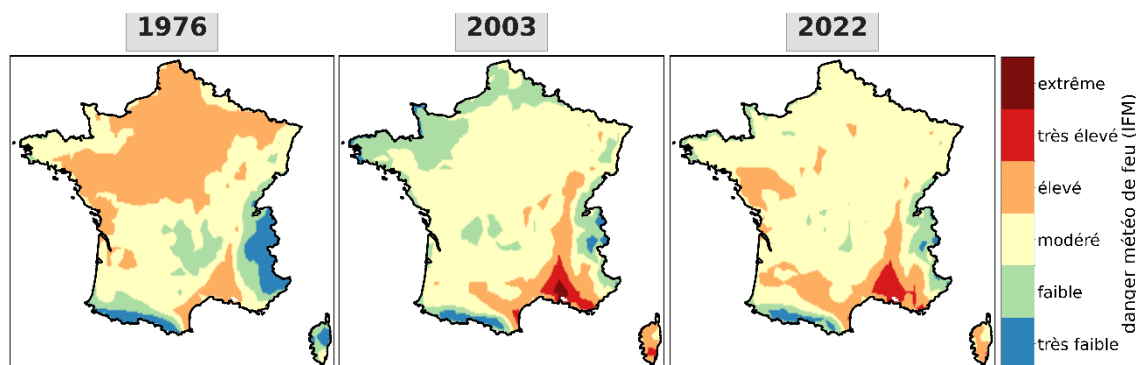
Place de 2026 dans la distribution 1959-2021. Boîte : quartiles. Trait : médiane.
Moyenne : losange. Moustaches : 10 et 90^e centiles. Etoile : 2026. Données : SIM (SAFRAN-ISBA), 8 km.

Ces données permettent de caractériser les conditions météorologiques propices aux feux de forêt. Nous ne prévoyons pas les feux de l'été. Nous décrivons un état. La France a ainsi abordé juillet 2026 sur une ligne de base de danger très élevée. Trois années servent de repères.



Printemps (mars, avril et mai) et mois de juin en 1976, 2003 et 2022. Du haut en bas, anomalies de température et de précipitations par rapport à la moyenne 1991-2020, et rang de l'humidité du sol (centile par rapport à 1951-2021).

En 1976, une sécheresse longue : un printemps frais, mais un sol durablement appauvri en eau. En 2003, la canicule d'août a été extrême par la seule chaleur. En 2022, il y a eu des feux majeurs dans les Landes, alors même que juin avait été humide : un printemps sec suivi d'une chaleur estivale suffit à embraser une région.

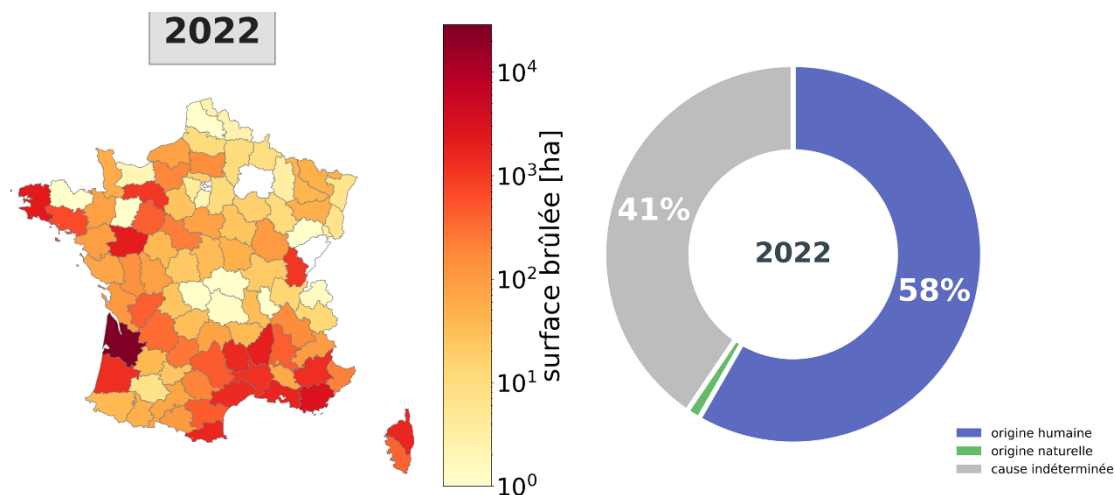


Indice forêt-météo de juin. Classes EFFIS. Pas de carte en 2026, données consolidées jusqu'au 31 mars.
Source : Copernicus CEMS Fire.

Ces années exceptionnelles ne se ressemblent pas, et c'est l'essentiel. Chacune porte une signature physique distincte. 1976 traduit une sécheresse de fond, lente et tenace. 2003 traduit un pic thermique brutal. 2022 montre la mémoire du sol : un juin pluvieux n'a pas suffi à recharger ce qu'un printemps sec avait vidé. 2026 associe une chaleur de juin sans précédent à un déficit de pluie précoce. Le danger ne tient pas à une cause unique. Il se construit par des voies différentes, que les indices de risque fondés sur le climat permettent de nommer et de séparer.

Les surfaces brûlées rappellent un fait établi. En 2022, près de six hectares brûlés sur dix l'ont été par des feux d'origine humaine avérée ; un sur cent seulement d'origine naturelle ; le reste est demeuré indéterminé. La forêt, en particulier publique, concentre le combustible dans le Sud-Est, les Landes, les Vosges et le Jura.

Préparer les moyens avant le premier feu, informer sur les gestes à risque, surveiller les massifs exposés : le diagnostic de pré-conditionnement rejoint ici la décision publique.



Surface brûlée en 2022. À gauche, par département, échelle logarithmique.
À droite, cause des 59 021 hectares. Source : BDIFF

Reste le temps long. Le réchauffement rendra ces états plus fréquents. La surprise tient à la précocité : un mois de juin qui bat le record de chaleur et vide les sols dès le seuil de l'été. Nous suivrons ce diagnostic saison après saison, puis le prolongerons avec les projections climatiques, sur la température et la pluie de printemps, premiers moteurs de l'assèchement.

Références

- ▶ Van Wagner, C. E. (1987). *Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System*. Forestry Technical Report 35, Canadian Forestry Service.
- ▶ Vidal, J.-P., Martin, E., Franchistéguy, L., Baillon, M., Soubeyroux, J.-M. (2010). A 50-year high-resolution atmospheric reanalysis over France with the Safran system. *International Journal of Climatology*, 30, 1627-1644.
- ▶ Météo-France. *SIM quotidienne (SAFRAN-ISBA-MODCOU)*, data.gouv.fr, Licence Ouverte 2.0.
- ▶ Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, (2019): *Fire danger indices historical data from the Copernicus Emergency Management Service*. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: 10.24381/cds.0e89c522 (Accessed on 05-JUL-2026)
- ▶ Ministère de l'Agriculture. *Base de données sur les incendies de forêts en France (BDIFF)*

Contact

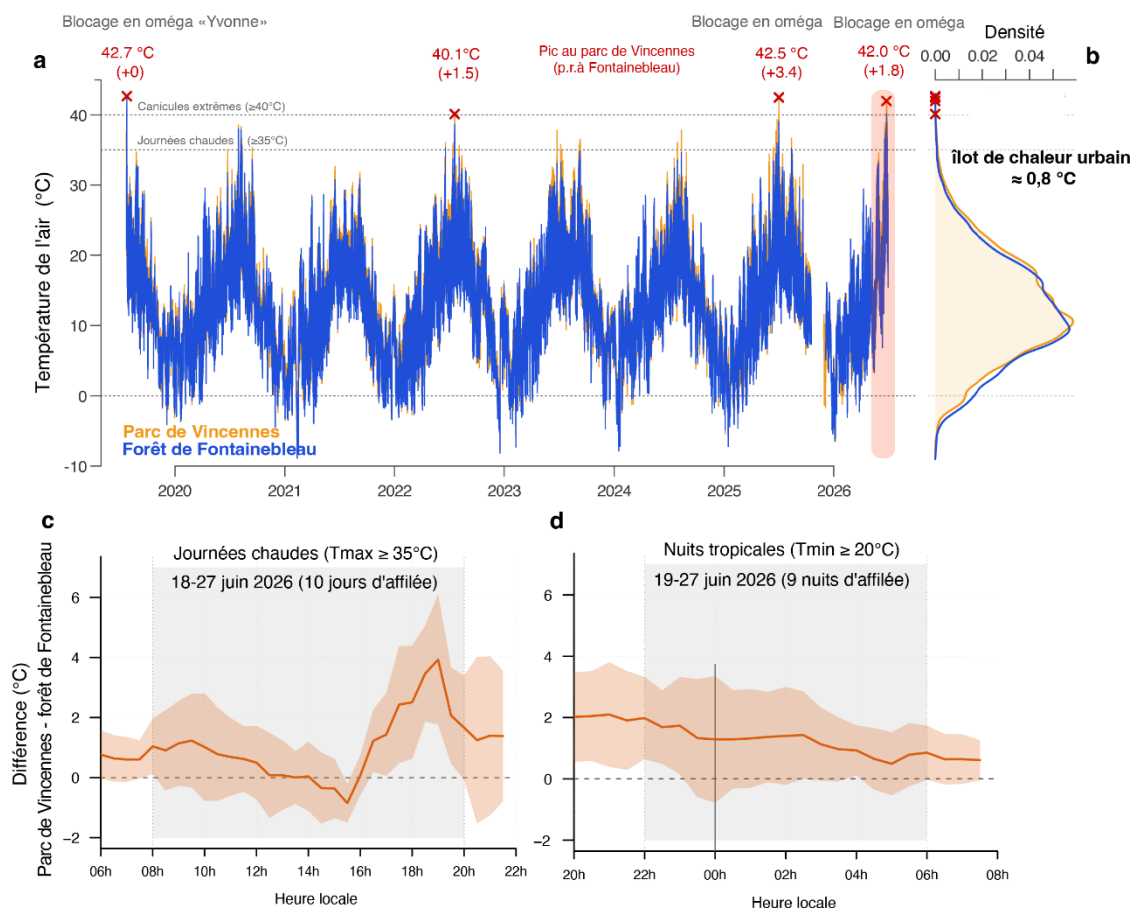
Patricia Cadule • Institut Pierre-Simon Laplace – École normale supérieure (ENS), Département de Géosciences
patricia.cadule@ipsl.fr

Contraste thermique Paris-forêt pendant la canicule de juin 2026

10 jours et nuits consécutifs sans descendre sous 20 °C

En juin 2026, l'agglomération parisienne a subi l'une des canicules les plus intenses jamais enregistrées, favorisée par un blocage anticyclonique en « oméga » qui a maintenu une masse d'air chaud sur la région pendant plusieurs jours. Pour mieux comprendre comment la ville et la forêt réagissent à ces épisodes, nous comparons, depuis 2019, la température de l'air, mesurée toutes les 30 minutes par des capteurs installés sous le couvert végétal dans un grand espace vert urbain, le parc de Vincennes, et dans la forêt de Fontainebleau, prise comme site de référence rural à une cinquantaine de kilomètres de Paris. Le parc de Vincennes constitue un îlot de fraîcheur par rapport aux quartiers densément bâtis qui l'entourent. Cependant, à une échelle plus large, il reste soumis à l'influence de l'îlot de chaleur urbain et demeure ainsi plus chaud que la forêt de Fontainebleau.

L'analyse des mesures acquises depuis 2019 montre qu'en moyenne, toutes saisons confondues, le parc de Vincennes est environ $\sim 0,8^{\circ}\text{C}$ plus chaud que la forêt de Fontainebleau. Cette différence moyenne masque toutefois une forte variabilité tant d'une canicule à l'autre qu'au cours d'une journée caniculaire. Depuis 2019, quatre canicules extrêmes ont dépassé 40°C , dont trois liées à une configuration de blocage atmosphérique en oméga. Leur comparaison montre que l'excès thermique urbain varie fortement d'un événement à l'autre, de quasiment nul en 2019 à $+3,4^{\circ}\text{C}$ en 2025. La forêt n'offre donc pas toujours la même fraîcheur au plus fort des épisodes de chaleur.



Variation de la température à 2 m dans la forêt de Fontainebleau et dans le parc urbain de Vincennes de juillet 2019 à juin 2026 (a) et leur distribution (b) ; différence de température entre les deux sites au cours des jours chauds (c) et des nuits dites tropicales (d).

Cette variabilité s'observe non seulement d'une canicule à l'autre, mais aussi au cours d'une même journée caniculaire : le contraste entre les deux sites évolue fortement au fil des heures. Relativement faible en journée, l'écart de température peut même s'annuler vers 15-16 h. C'est en soirée qu'il devient maximal, jusqu'à +4°C vers 18-19 h. La forêt se rafraîchit vite alors que la ville reste brûlante. Surtout, pendant les nuits tropicales (minimum $\geq 20^{\circ}\text{C}$), la ville demeure 1 à 2 °C plus chaude toute la nuit. Elle ne connaît pas le répit nocturne dont bénéficient la forêt et le vivant qu'elle abrite.

Qu'un grand parc urbain soit plus chaud qu'une forêt était attendu. Le pic du 24 juin 2026 a culminé à 42,0°C, avec un excès de +1,8°C par rapport à la forêt de Fontainebleau. Son caractère le plus remarquable réside toutefois dans sa durée : du 18 au 27 juin 2026, soit pendant 10 jours consécutifs, la température n'est jamais descendue sous 20°C. L'épisode a ainsi compté dix journées « chaudes » (maximum $\geq 35^{\circ}\text{C}$) et neuf nuits « tropicales » (minimum $\geq 20^{\circ}\text{C}$), témoignant du caractère exceptionnel de cet épisode caniculaire extrême.

Pour l'avenir, la leçon est double : le danger se concentre désormais la nuit et en ville, et le couvert arboré offre un rafraîchissement concret là où il compte le plus, le soir et la nuit. Mais ce rafraîchissement pourrait lui-même faiblir lorsque la végétation, sous sécheresse, vient à manquer d'eau.

Contacts

Jonathan Barichivich • Valérie Daux • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)
jonathan.barichivich@lsce.ipsl.fr

Les canicules record de 2026 dans la forêt de Fontainebleau

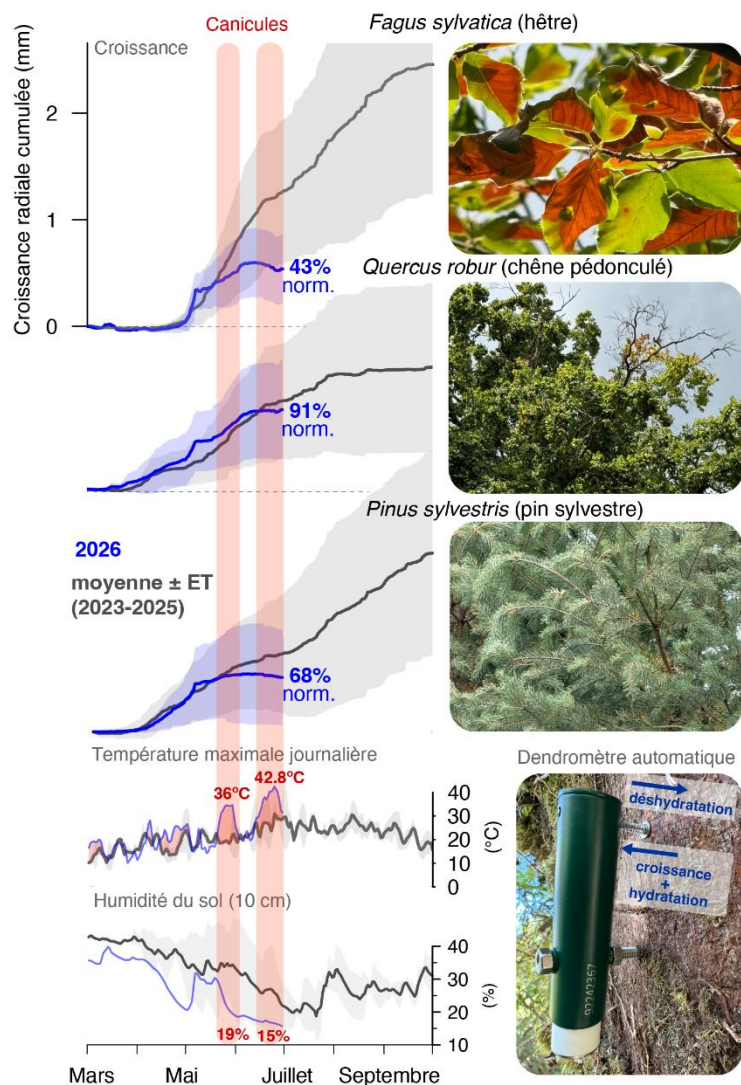
36°C en mai puis 42,8 °C en juin : chêne épargné, hêtre et pin stoppés

Après une chaleur printanière déjà inhabituelle, la France a connu en juin 2026 la canicule la plus intense jamais enregistrée. Ce fut le mois de juin le plus chaud à l'échelle nationale depuis le début des mesures (+3,8°C par rapport à 1991-2000), plus sévère encore que l'été 2003 (+3,5°C). À la forêt de Fontainebleau, sur un site du réseau de suivi forestière DENDROMET (ERC-CATES, LSCE/CNRS), nous mesurons en continu toutes les 15 minutes la croissance des arbres grâce à des capteurs fixés sur les troncs (dendromètres automatiques), ainsi que la température de l'air et l'humidité du sol au sein de la forêt.

Après un printemps plus sec que la normale et une première vague de chaleur fin mai (jusqu'à 36°C dans la forêt), la canicule de juin (jusqu'à 42,8°C sur notre capteur) a frappé des arbres déjà déshydratés et fragilisés. La couche superficielle du sol s'est asséchée rapidement. L'humidité du sol dans les dix premiers centimètres est tombée jusqu'à 15 %, contre 30 à 40 % les années précédentes (2023-2025) à la même date. Privés d'eau au cœur de leur saison de croissance, hêtres et pins sylvestres ont quasiment cessé de grandir dès le mois de juin, n'atteignant qu'une fraction (43-68 %) de leur croissance annuelle habituelle. Chez le hêtre, la chaleur a également brûlé une partie du feuillage le plus exposé au soleil. Chez le pin, les jeunes pousses ont flétri et les aiguilles anciennes ont bruni. Le chêne pédonculé, en revanche, a bien mieux résisté. Sa croissance est restée proche de la normale (91 %). Seules quelques branches au sommet du houppier, les plus difficiles à alimenter en eau, ont dé péri.

On pouvait s'attendre à ce que la sécheresse freine la croissance. Ce qui frappe, c'est la précocité et la magnitude de l'arrêt, et surtout le contraste entre espèces. Le chêne pédonculé confirme sa réputation de résistance à la sécheresse, tandis que le hêtre révèle une vulnérabilité déjà observée lors des étés extrêmes de 2003 et 2018. Le suivi en continu capte ces réponses en temps quasi réel, bien avant qu'elles ne deviennent lisibles dans les cernes de croissance des arbres. Ces événements extrêmes, atteignant une intensité impossible sans le réchauffement climatique, sont appelés à devenir plus fréquents, plus longs, plus intenses, plus précoces et plus tardifs.

Ces arbres se remettront-ils cet automne, ou l'événement laissera-t-il une empreinte durable dans les années à venir, jusqu'à en faire mourir certains ? Pour le savoir, nous cherchons à démêler les mécanismes en jeu, tels que le manque d'eau, l'épuisement des réserves de sucres et la répartition de la croissance entre les racines et le tronc. Pour cela, nous combinons dendromètres, chimie du bois et observation microscopique de sa formation. En quantifiant ces réponses fines des espèces, ces observations alimentent directement les modèles que nous utilisons pour projeter l'avenir des forêts françaises face à des extrêmes climatiques de plus en plus récurrents (Barichivich *et al.*, 2021).



Croissance radiale, température, humidité du sol et effet de la chaleur sur trois espèces dans la forêt de Fontainebleau, 2026 (bleu) vs 2023-2025 (gris). D. R.

Référence

- Barichivich, J., Peylin, P., Launois, T., Daux, V., Risi, C., Jeong, J., and Luyssaert, S.: A triple tree-ring constraint for tree growth and physiology in a global land surface model, *Biogeosciences*, 18, 3781-3803, <https://doi.org/10.5194/bg-18-3781-2021>, 2021.
- <https://tools.cea.fr/webdocs/paroles-climatologues/arbres-pollens.html>
- <https://meteofrance.com/presse/bilan-climatique-de-juin-2026-le-mois-de-juin-le-plus-chaud-jamais-enregistre>

Contact

Jonathan Barichivich • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)
jonathan.barichivich@lsce.ipsl.fr

Impact de la canicule de juin 2026 sur les feux de forêt

Risque de feux de forêt extrême sur la majorité de la France

Le risque incendie est généralement évalué à l'aide de l'Indice Forêt-Météo (IFM). Cet indicateur quotidien, calculé à partir de la température de l'air, la vitesse du vent et l'humidité relative à midi, ainsi que des précipitations cumulées au cours des dernières 24h, permet d'estimer la variabilité quotidienne du risque, et l'intensité potentielle des feux en cas de départ. Il s'agit toutefois d'un indice exclusivement météorologique : il ne prend pas en compte la quantité réelle de combustible disponible, ni les caractéristiques locales du couvert végétal, des sols, ou de la topographie. En Europe, le risque est considéré comme élevé lorsque l'IFM dépasse 21,3, et comme extrême au-delà de 50.

Lors de la canicule survenue au cours de la seconde quinzaine de juin 2026, l'IFM a dépassé la moyenne de la période de référence 1991-2020 sur l'ensemble du territoire français (cf. figures 1 et 2), avec des valeurs maximales localement supérieures à 50 sur une large partie du pays. Cet épisode météorologique extrême, particulièrement précoce dans la saison, a contribué à un assèchement important des écosystèmes forestiers, augmentant ainsi la quantité de combustible disponible et favorisant les conditions propices au déclenchement et à la propagation des incendies. Il a également contribué à fragiliser les peuplements forestiers français, réduisant leur capacité de résilience face à de futurs épisodes météorologiques extrêmes.

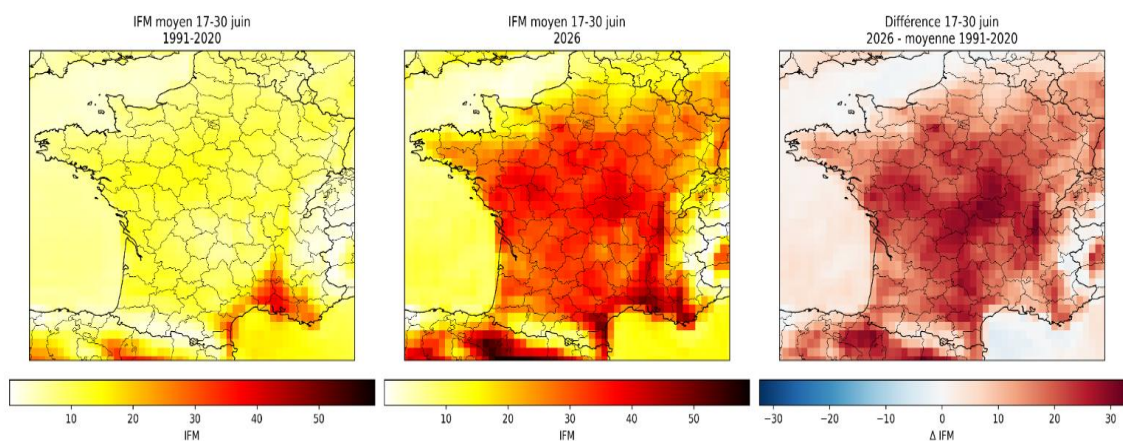


Figure 1. IFM moyen pendant la dernière quinzaine de juin, sur la période 1991-2020, en 2026, et différence des deux (calculés à partir des données ERA5). © Marine Lanet, LMD-IPSL & Antoine Ehret, LATMOS-IPSL

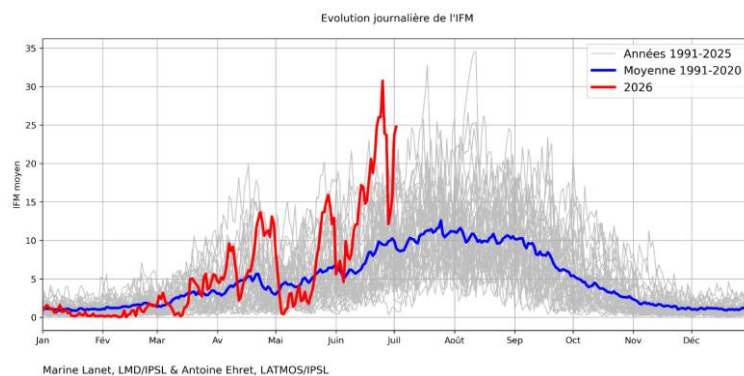


Figure 2. Évolution journalière de l'IFM moyen sur la France ([42°N ; 51°N], [-5°W ; 8° E]) chaque année de 1991 à 2026 et moyenne sur la période 1991-2020 (calculée à partir des données ERA5). © Marine Lanet, LMD-IPSL & Antoine Ehret, LATMOS-IPSL

Les études d'attribution ont démontré que le changement climatique d'origine anthropique a d'ores et déjà accru la probabilité et l'intensité des conditions propices aux feux de forêt en France et à l'échelle mondiale (Lanet *et al.*, 2024). Avec l'augmentation continue des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre, la fréquence et la sévérité des incendies devraient progresser, tandis que la saison des feux devrait s'allonger et les territoires exposés s'étendre (Pimont *et al.*, 2023).

Les feux de forêt résultent de l'interaction de multiples facteurs, parmi lesquels les conditions météorologiques, l'état et la structure de la végétation, ainsi que les activités humaines. La réduction du risque incendie nécessite donc une approche combinant, d'une part, la diminution rapide des émissions de gaz à effet de serre et, d'autre part, l'adaptation des forêts et des sociétés. Cette adaptation repose notamment sur une meilleure compréhension des dynamiques des incendies extrêmes, en particulier des processus de pyroconvection, ainsi que sur l'étude des interactions entre le risque incendie et d'autres aléas dans le cadre de cascades d'impacts (par exemple les interactions entre canicules, tempêtes et pullulations de scolytes dans les forêts fragilisées).

Références

- [1] M. Lanet, L. Li, A. Ehret, S. Turquety, H. Le Treut, *Attribution of summer 2022 extreme wildfire season in Southwest France to anthropogenic climate change*. *npj Climate and Atmospheric Science* 7, 267 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41612-024-00821-z>
- [2] François Pimont, Jean-Luc Dupuy, Julien Ruffault, Eric Rigolot, Thomas Opitz, *et al.* *Projections des effets du changement climatique sur l'activité des feux de forêt au 21^e siècle : Rapport final*. INRAE. 2023. [hal-04149936](https://hal.inrae.fr/hal-04149936).

Surfaces brûlées estimées records après la canicule

Les superficies brûlées peuvent être estimées à partir d'observations satellitaires, qui permettent de documenter l'activité des feux à l'échelle globale. Le modèle APIFLAME, développé à l'IPSL, exploite ce type de données afin d'estimer les surfaces brûlées ainsi que les émissions de composés chimiques associées aux feux de biomasse (Turquety *et al.*, 2020).

Malgré les incertitudes inhérentes à ces estimations, les longues séries temporelles disponibles permettent d'effectuer des analyses statistiques de l'évolution de l'activité des feux. Ces analyses mettent en évidence une augmentation de la fréquence et de l'intensité des feux extrêmes sous l'effet du réchauffement climatique, notamment dans l'hémisphère Nord (Ehret *et al.*, 2025).

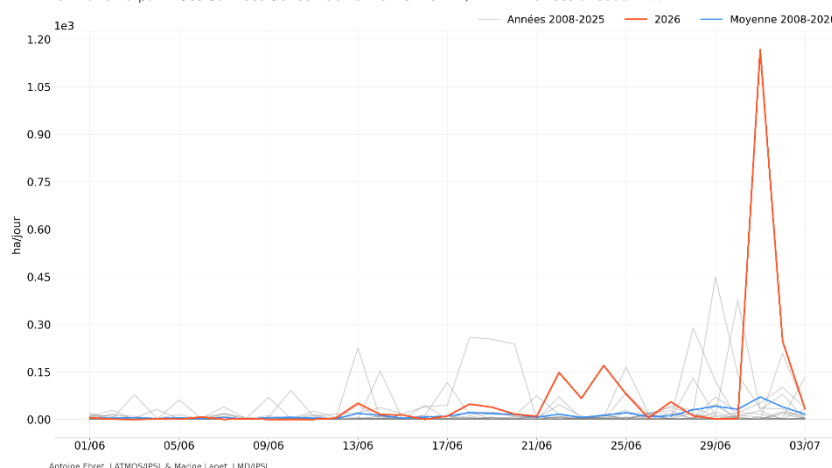
En France hexagonale, les conditions météorologiques exceptionnelles observées en juin 2026 ont entraîné une augmentation significative du risque d'incendie. Les superficies brûlées estimées entre le 1^{er} juin et le 3 juillet 2026 sont ainsi près de six fois supérieures à la moyenne observée sur la même période entre 2008 et 2025. Il s'agit par ailleurs de l'année avec la superficie brûlée estimée entre le 1^{er} juin et le 3 juillet la plus élevée sur la période 2008-2026.

L'augmentation des surfaces brûlées devient particulièrement marquée au début du mois de juillet 2026, à la suite de la canicule de juin, en cohérence avec l'évolution du danger météorologique d'incendie observé sur cette période.

Les feux constituent des sources importantes de gaz, notamment de gaz à effet de serre, et d'aérosols. Ils contribuent ainsi au changement climatique et à la pollution de l'air. Il est donc crucial d'améliorer nos connaissances sur les impacts des incendies sur la composition de l'atmosphère.

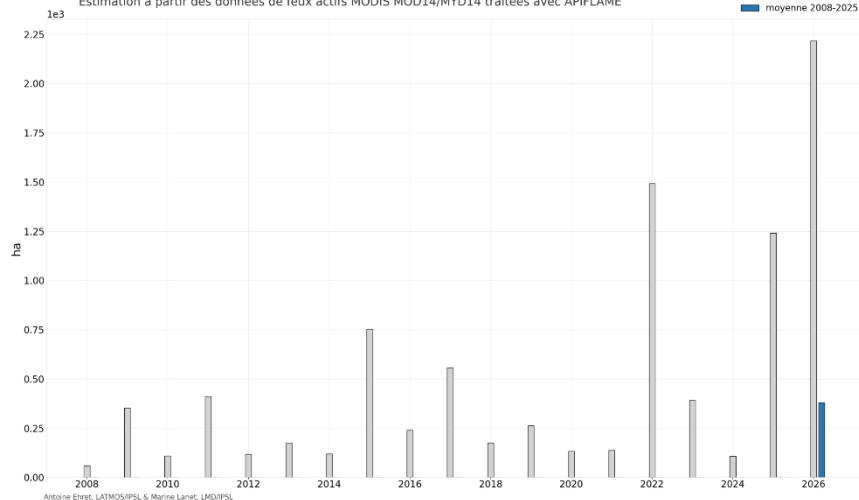
Surfaces brûlées journalières en France du 01 juin au 03 juillet, 2008 - 2026

Estimation à partir des données de feux actifs MODIS MOD14/MYD14 traitées avec APIFLAME



Surfaces brûlées en France métropolitaine du 01 Juin au 03 Juillet, 2008 à 2026

Estimation à partir des données de feux actifs MODIS MOD14/MYD14 traitées avec APIFLAME



Références

- Turquety, S., Menut, L., Siour, G., Mailler, S., Hadji-Lazaro, J., George, M., Clerbaux, C., Hurtmans, D., and Coheur, P.-F. *APIFLAME v2.0 biomass burning emissions model: impact of refined input parameters on atmospheric concentration in Portugal in summer 2016*, *Geosci. Model Dev.*, 13, 2981–3009, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-2981-2020>, 2020.
- Ehret, A., Turquety, S., George, M., Hadji-Lazaro, J., and Clerbaux, C. *Increase in carbon monoxide (CO) and aerosol optical depth (AOD) observed by satellites in the Northern Hemisphere over the summers of 2008–2023, linked to an increase in wildfires*, *Atmos. Chem. Phys.*, 25, 6365–6394, <https://doi.org/10.5194/acp-25-6365-2025>, 2025.

Contacts

Antoine Ehret • Laboratoire Atmosphères, Observations Spatiales (LATMOS-IPSL)

antoine.ehret@latmos.ipsl.fr

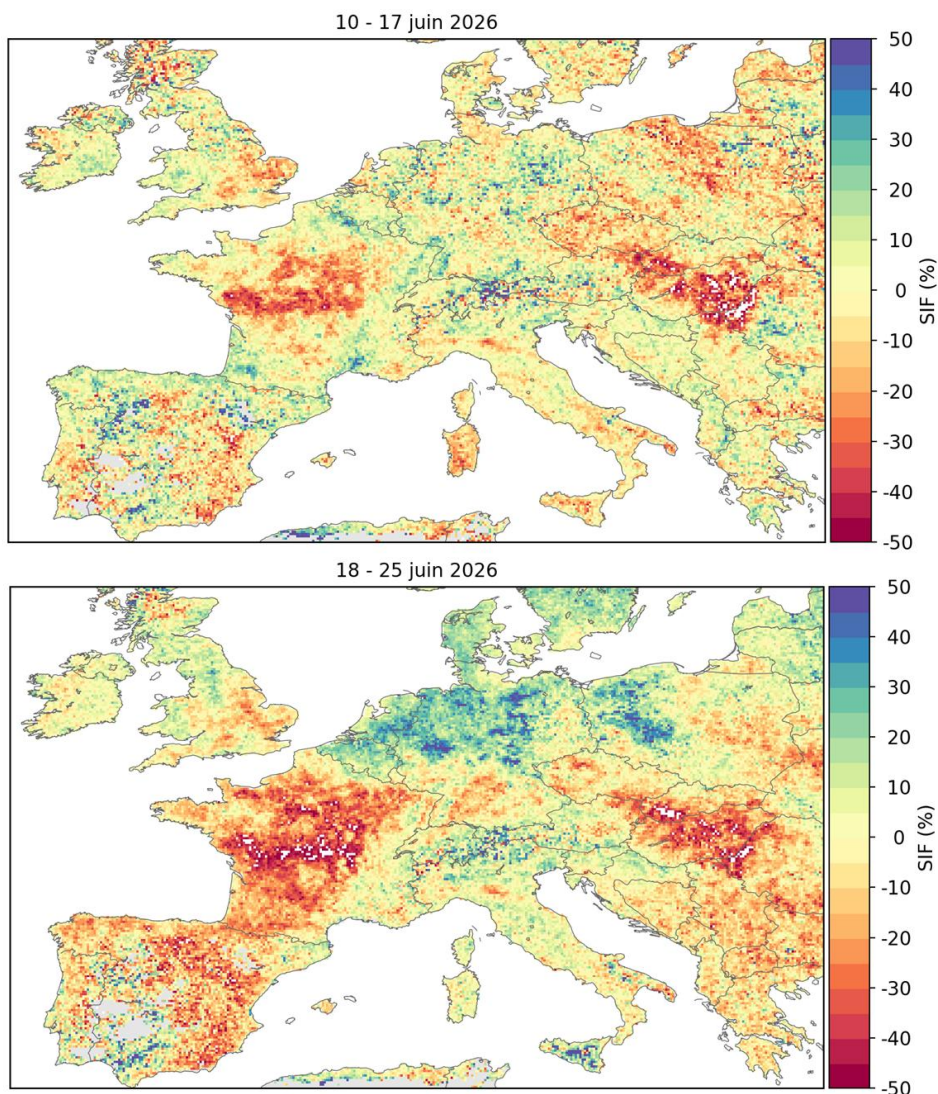
Marine Lanet • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

marine.lanet@lmd.ipsl.fr

Très forte réduction de l'activité photosynthétique en France vue par satellite

La fluorescence induite par le soleil (SIF) est un indicateur de l'activité photosynthétique de la végétation, reflétant la capacité des écosystèmes terrestres à absorber le dioxyde de carbone atmosphérique (CO_2). Face à un stress hydrique, les plantes ferment leurs stomates pour réduire la transpiration, ce qui limite l'absorption du CO_2 atmosphérique et diminue la photosynthèse. Au-delà d'une température de surface critique (typiquement 42°C), le système photosynthétique peut subir des dommages irréversibles, pouvant aller jusqu'à la mort prématurée des feuilles.

Les deux cartes montrent les variations de SIF en Europe observées par l'instrument TROPOMI (ESA). Elles mettent en évidence l'intensification du déficit d'activité photosynthétique qui se propage sur la grande majorité de l'Hexagone et de l'Espagne entre les périodes du 10-17 juin et du 18-25 juin. Les couleurs rouges et bleues indiquent respectivement une diminution et une augmentation de SIF en % (entre $\pm 50\%$) par rapport à la moyenne.



Cartes d'anomalies de SIF vues par l'instrument TROPOMI (ESA) (à 10 km et 8 jours, en %) pour les périodes du 6 au 17 juin et du 18 au 25 juin, comparativement à la moyenne sur la période 2019-2025. Interprétation des couleurs : rouge $\leq -50\%$ (très inférieur à la moyenne), jaune (proche de la moyenne), bleu $\geq +50\%$ (très supérieur à la moyenne).

Le déficit d'activité photosynthétique se développe sur la France entre le 10 et le 17 juin, pour s'étendre sur la grande majorité de l'Hexagone et de l'Espagne la semaine suivante. Ces observations corroborent les résultats de simulation mis en avant dans l'article « La France transformée en source de carbone en une semaine ».

C'est surtout l'intensité de cette anomalie qui frappe, car si des anomalies négatives ont déjà été observées sur des régions plus étendues, rarement ont-elles atteint une telle ampleur. Pour la période du 18 au 25 juin, l'anomalie moyenne de SIF sur l'Hexagone est de -17 % alors qu'elle n'était que de -3,6 % la semaine précédente. Il faut remonter à l'année 2020 pour observer de tels déficits d'activité photosynthétique : pour la semaine du 10 au 17 juin, l'anomalie moyenne de SIF était alors de -20,5 % en France métropolitaine et concernait une zone géographique bien plus étendue, de l'Irlande et des îles britanniques à la Pologne, en englobant la France, le Benelux et l'Allemagne.

Comparativement à juin 2026, juin 2020 n'a pas été particulièrement chaud ni sec en moyenne en Europe de l'Ouest pour expliquer cette forte réduction de l'activité photosynthétique. Mai 2020, en revanche, était marqué par des conditions extrêmes : vagues de chaleur précoces, records de température observés dans plusieurs pays et un printemps le plus sec depuis 40 ans.

Ces observations mettent en évidence la vulnérabilité de la végétation exposée aux effets combinés de stress hydriques et thermiques prolongés. Face à un stress hydrique, les plantes ferment leurs stomates pour réduire la transpiration, ce qui limite l'absorption de CO₂ et diminue la photosynthèse. Au-delà d'une température de surface critique (typiquement 42°C), le système photosynthétique subit des dommages irréversibles, pouvant aller jusqu'à la mort prématurée des feuilles (Viovy *et al.*, en révision). Les anomalies de SIF observées mettent en évidence que ces effets délétères sur la végétation peuvent apparaître plusieurs jours après les pics de chaleur. Il sera donc nécessaire de suivre l'évolution de la situation dans les prochaines semaines.

Les vagues de chaleur et de sécheresse, dont la fréquence, l'intensité, la durée et la saison d'occurrence augmentent avec le niveau de réchauffement planétaire, fragilisent les écosystèmes naturels, compromettent leur rôle d'atténuation du changement climatique, et menacent les filières agricoles et sylvicoles en les exposant à des pertes de rendement substantielles.

Références

- Guanter, L., Bacour, C., Schneider, A., Aben, I., van Kempen, T.A., Maignan, F., Retscher, C., Köhler, P., Frankenberg, C., Joiner, J., others, (2021). *The TROPIS global sun-induced fluorescence dataset from the Sentinel-5P TROPOMI mission*. *Earth System Science Data* 13, 5423–5440., <https://doi.org/10.5194/essd-13-5423-2021>
- Viovy, N., Ciais, P., Bastos, A., Maignan, F., Bacour, C. & Peaucelle, M. (preprint). *Heat stress: an underestimated impact of climate change on vegetation*, *Research Square*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4964815/v1>

Contacts

Cédric Bacour • Fabienne Maignan • Vincent Tartaglione • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)
cedric.bacour@lsce.ipsl.fr • fabienne.maignan@lsce.ipsl.fr • vincent.tartaglione@lsce.ipsl.fr

La France transformée en source de carbone en une semaine

Le modèle de surfaces continentales de l'IPSL, ORCHIDEE (Vuichard *et al.*, 2019), permet de simuler les flux de dioxyde de carbone (CO₂) échangés entre les surfaces terrestres (végétation, sol, neige, etc.) et l'atmosphère. Des simulations en quasi-temps réel ont été opérationnalisées dans le cadre d'un projet européen CAMS (Copernicus Atmospheric Monitoring Service) 52 bis (<https://atmosphere.copernicus.eu/provision-near-real-time-satellite-retrievals-co2-and-ch4-0>), et fournissent les flux absorbés et émis par les surfaces terrestres, pour la période de janvier 2025 à aujourd'hui, à raison d'une valeur toutes les trois heures.

Nous présentons ici des cartes créées à partir des simulations du mois de juin 2026. Ces cartes montrent la différence, en moyenne hebdomadaire, entre les flux de CO₂ émis par la respiration des écosystèmes et ceux absorbés grâce à la photosynthèse des plantes (production primaire brute). On appelle « flux net écosystémique » cette quantité. À cette période de l'année, la végétation est généralement en pleine croissance, et cette différence est alors négative, le flux de photosynthèse étant supérieur au flux de respiration : les écosystèmes agissent comme des puits de carbone, réduisant l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère, et contribuant ainsi à l'atténuation du changement climatique.

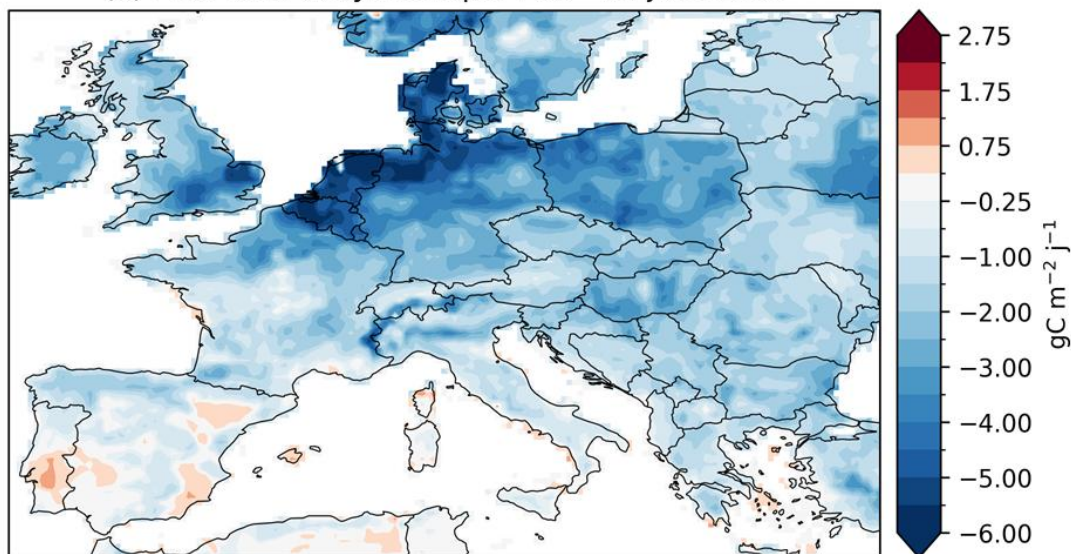
La première carte (a) illustre cette absorption nette avec des valeurs moyennes négatives (en bleu) sur la semaine du 10 au 16 juin 2026. La semaine suivante (17-23 juin 2026, carte b) est marquée par la canicule et la sécheresse associée ; l'absorption de CO₂ diminue fortement (ce qui est confirmé par les observations satellitaires comme montré dans l'article « Très forte réduction de l'activité photosynthétique en France vue par satellite »). Le flux net devient positif (en rouge) sur la majeure partie de la France hexagonale et la Corse, avec des émissions plus importantes que sur l'Espagne, alors que le reste de l'Europe reste un puits de carbone. Une étude réalisée notamment avec le modèle ORCHIDEE sur la canicule de 2003, avait montré un impact sur l'ensemble de l'Europe avec une forte réduction de la capacité d'absorption du CO₂ des écosystèmes (Ciais *et al.*, 2005).

Il conviendra d'observer comment la situation évolue dans les semaines à venir, et si les surfaces continentales de la France métropolitaine redeviennent un puits de carbone. Les feuilles peuvent en effet mourir du simple fait des températures extrêmes, au-delà d'environ 42 °C (Viovy *et al.*, preprint). En parallèle, la végétation continue à transpirer pour se refroidir, ce qui contribue à augmenter l'assèchement des sols. Indépendamment de l'évolution de la température, le stress hydrique est maintenant très prégnant sur une grande partie du territoire (<https://vigieau.gouv.fr/donnees/carte-historique>), entraînant un risque supplémentaire de mortalité par rupture du flux d'eau dans les vaisseaux des végétaux. Il faudra attendre de nouvelles précipitations avant d'espérer voir une remontée de la production primaire brute.

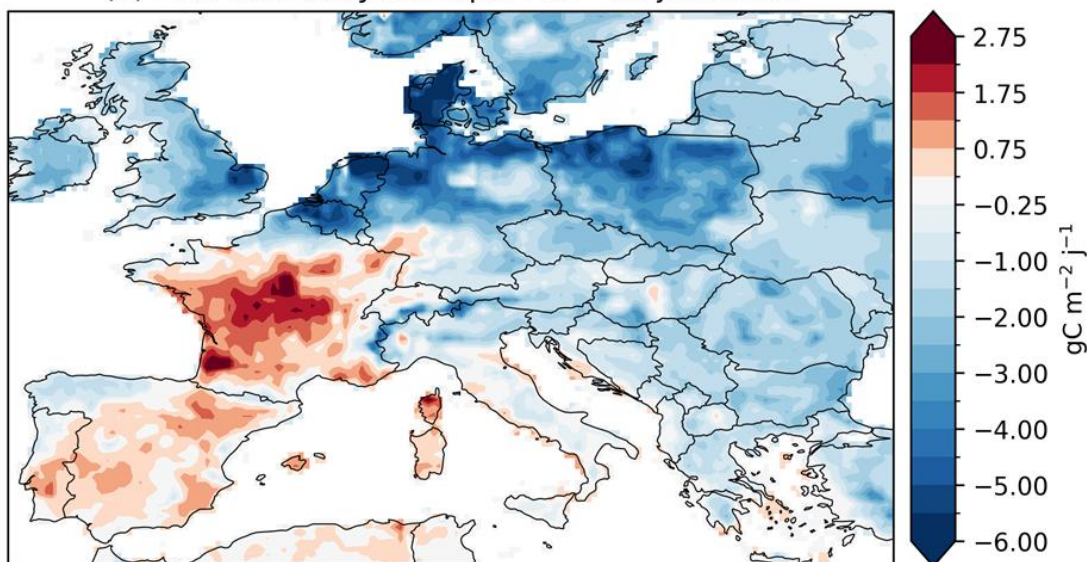
La version du modèle ORCHIDEE utilisée ici ne représente pas les sources de CO₂ liées aux feux, ni les effets délétères des stress successifs sur la végétation, entraînant possiblement une sous-estimation des émissions de CO₂. Ces processus sont en cours de validation dans une version plus élaborée, qui permettra d'accroître la confiance dans les simulations.

Ces événements extrêmes montrent que les capacités d'atténuation des écosystèmes continentaux peuvent être mises en danger par le changement climatique. Au-delà de leur rôle dans le bilan carbone, d'autres services écosystémiques majeurs, en premier lieu ceux liés à l'alimentation (baisse de la production agricole), sont gravement menacés. Les politiques d'adaptation doivent donc impérativement protéger ces services écosystémiques, en réduisant les pressions directes sur les écosystèmes et en augmentant leur résilience.

(a) Flux Net Ecosystémique : 10 - 16 juin 2026



(b) Flux Net Ecosystémique : 17 - 23 juin 2026



Cartes du flux net écosystémique simulé sur l'Europe. Les flux (en grammes de carbone par m² par jour) sont comptés positivement des surfaces vers l'atmosphère (puits en bleu). @Maignan *et al.* (2026)

Références

- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., ... & Valentini, R. (2005). *Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003*. *Nature*, 437(7058), 529-533, <https://doi.org/10.1038/nature03972>
- Viovy, N., Ciais, P., Bastos, A., Maignan, F., Bacour, C. & Peaucelle, M. (preprint). *Heat stress: an underestimated impact of climate change on vegetation*, Research Square, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4964815/v1>
- Vuichard, N., Messina, P., Luyssaert, S., Guenet, B., Zaehle, S., Ghattas, J., ... & Peylin, P. (2019). *Accounting for carbon and nitrogen interactions in the global terrestrial ecosystem model ORCHIDEE (trunk version, rev 4999): Multi-scale evaluation of gross primary production*. *Geoscientific Model Development*, 12(11), 4751-4779, <https://doi.org/10.5194/gmd-12-4751-2019>

Contacts

Fabienne Maignan • Adrien Martinez • Cédric Bacour

Vincent Tartaglione • Frédéric Chevallier • Philippe Peylin • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)

fabienne.maignan@lsce.ipsl.fr • adrien.martinez@lsce.ipsl.fr • cedric.bacour@lsce.ipsl.fr, vincent.tartaglione@lsce.ipsl.fr • frederic.chevallier@lsce.ipsl.fr • philippe.peylin@lsce.ipsl.fr

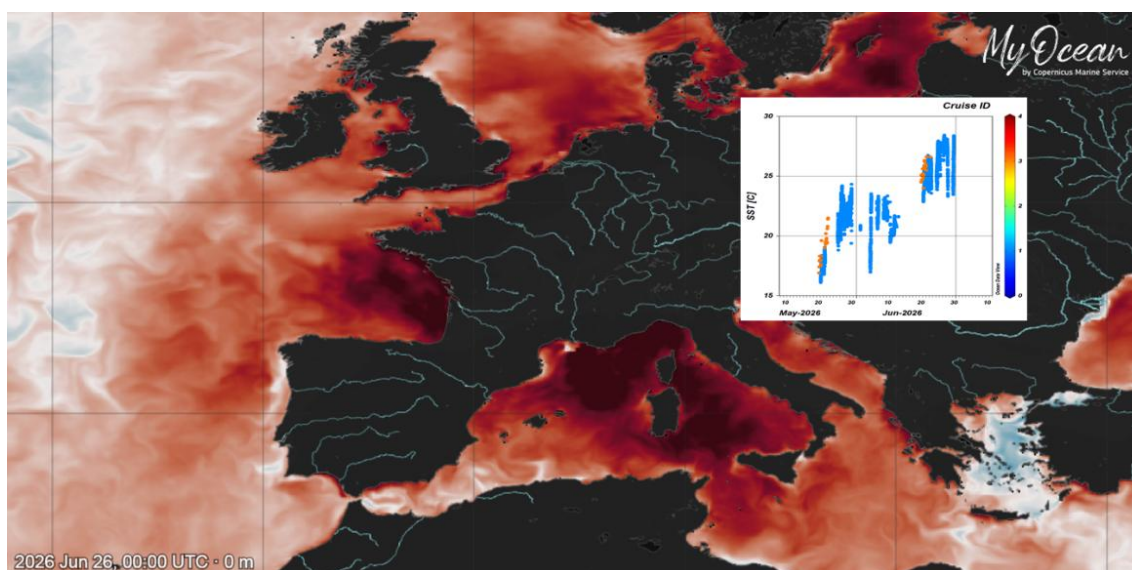
Vladislav Bastrikov • Science Partners

vladislav.bastrikov@science-partners.com

Les vagues alarment

L'océan, par sa capacité à absorber chaque année environ 25 % des émissions anthropiques de CO₂ et plus de 90 % de la chaleur en excès, joue un rôle crucial pour réguler le changement climatique. Comme l'atmosphère, les océans se réchauffent. Au mois de juin 2026, l'océan global a atteint en moyenne une température de surface record de 21°C (Copernicus Marine Service, 2026). Mais localement, et comme dans l'atmosphère, mers et océans peuvent atteindre d'autres records. On parle ici de vagues de chaleurs marines. Ainsi, de façon intermittente, et probablement moins intermittente dans le futur, lors d'événements de vague de chaleur marine, la capacité de l'océan à absorber chaleur et gaz de l'atmosphère en est réduite avec des conséquences sur les climats régionaux, leurs températures et précipitations, voire les ressources marines (mortalité ou migration des écosystèmes marins) et les économies des pays côtiers.

En mai 2026, dans l'Atlantique Nord, durant la campagne OVIDE conduite à bord du navire océanographique L'ATALANTE, les instruments ont mesuré des températures de surface de 20°C, près de 5°C plus chaudes qu'à la normale. En Méditerranée, les températures mesurées par le navire THETIS-II avaient déjà atteint 24°C en mai ; elles sont passées à 28.4°C le 27 juin 2026, soit près de 9°C de plus comparé aux températures de la mer dans les années 90s. Ces signaux, observés *in situ*, témoignent depuis le mois de mai, d'une situation de « vagues de chaleur marines » reconnues dans les eaux européennes, en Atlantique, en Manche ou en Mer du Nord (figure). Le signal le plus prononcé est bien identifié en Méditerranée par les mesures de températures réalisées à bord des navires ou par les flotteurs instrumentés qui naviguent dans les eaux méditerranéennes.



Carte des anomalies de température de surface des océans le 26 juin 2026 (Source: Analyse de l'océan global Mercator, <https://doi.org/10.48670/moi-00016>, dernier accès 3 juillet 2026). En rouge foncé, les anomalies dépassent 5°C. La figure insérée présente les enregistrements de température en Méditerranée réalisés à bord des navires THETIS II (en bleu) et du COLIBRI (en orange). Le maximum de température de 28.4°C est observé fin juin (Source SNO SSS - LEGOS/OMP).

Ces températures élevées des mers et des océans ne rafraîchissent pas l'atmosphère ce qui contribue aussi à maintenir dans la durée les événements de canicules éprouvés en mai et en juin. En mai déjà, les signaux de températures élevées des océans annonçaient des conditions météorologiques particulières pour cette saison. Ainsi, les observations en mer et les vagues de chaleur marines sont des indices annonciateurs d'événements extrêmes : « les vagues alarment ».

Au-delà des modifications des échanges de chaleur et d'eau entre les océans et l'atmosphère, les vagues de chaleurs marines peuvent impacter la vie marine, de la production primaire phytoplanctonique et la chaîne alimentaire jusqu'aux poissons. En effet, une température plus chaude conduit à une forte stratification de la colonne d'eau et, en conséquence, un apport en matière nutritive moins prononcé. Cela réduit la pompe biologique de carbone océanique. Un autre effet direct des vagues de chaleur marine est de réduire la solubilité des gaz, augmenter la pression partielle de CO₂ des eaux de surface : l'océan devient un puits de CO₂ moins efficace (Chau *et al.*, 2024).

Pour les mois et l'année à venir, il faut aussi compter sur la présence d'un épisode El Niño dans l'océan Pacifique, qui, au-delà d'augmenter la température planétaire, modifie les régimes des précipitations, conduit à des sécheresses, des incendies (en particulier en Asie et Australie) et, en conséquence, réduit le puits de CO₂ continental. En 2027, on doit donc s'attendre à de fortes augmentations des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère, comme cela a été observé durant les épisodes El Niño en 1987 ou 1998. Il est attendu que le niveau de réchauffement observé au niveau planétaire atteigne de nouveaux records au second semestre 2026 et en 2027, du fait de l'effet du fort événement El Niño qui va se superposer à la poursuite du réchauffement dû aux activités humaines. Dans un climat plus chaud, les conséquences de cet événement seront amplifiées, avec un risque d'événements extrêmes graves dans les régions affectées directement et via les télé-connections atmosphériques, y compris les outre-mer. Aussi, au printemps prochain, juste avant ou pendant l'élection présidentielle, on peut s'attendre à nouveau à subir des situations caniculaires.

« Dans toute larme, s'attarde un peu d'espoir » (Simone de Beauvoir). Dans toute alarme s'attarde un peu d'espoir : l'espoir ici de mieux se préparer à un événement caniculaire en analysant en permanence la température des mers et océans. Mieux voir pour mieux prévoir les événements caniculaires, prévoir les adaptations régionales, d'autant que l'accumulation de chaleur et les extrêmes vont continuer à s'intensifier avec les émissions de gaz à effet de serre à venir, tant que les émissions mondiales de CO₂ ne seront pas à « zéro net ».

Références

- Chau, T.-T.-T., Chevallier, F., & Gehlen, M. (2024). [Global analysis of surface ocean CO₂ fugacity and air-sea fluxes with low latency](https://doi.org/10.1029/2023GL106670). *Geophysical Research Letters*, 51, e2023GL106670. <https://doi.org/10.1029/2023GL106670>
- Copernicus Marine Service, 2026. <https://marine.copernicus.eu/fr/press/press-releases/copernicus-marine-et-copernicus-changement-climatique-les-temperatures>, dernier accès 6 juillet 2026).

Contact

Nicolas Metz • Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques (LOCEAN-IPSL)
nicolas.metzl@locean.ipsl.fr

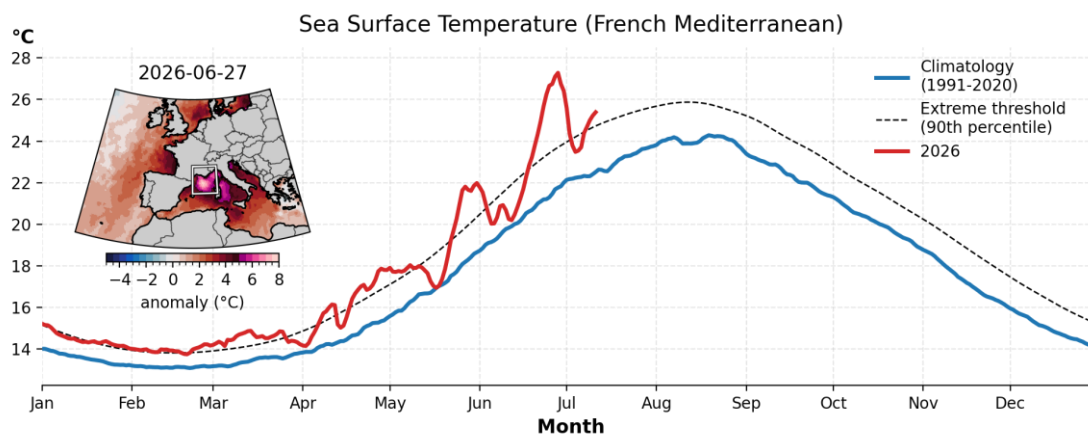
Canicule marine sans précédent de juin 2026

Face à l'augmentation de vagues de chaleurs marines, les mesures de conservation ont un effet limité et seule la diminution de gaz à effet de serre représente une solution à long terme.

À l'image de l'atmosphère, les océans ont également connu des températures exceptionnellement élevées au cours du printemps et au début de l'été 2026. La mer Méditerranée a été particulièrement touchée, notamment sa partie Nord-Occidentale, où les températures de surface ont localement dépassé de près de 8 °C les valeurs climatologiques. Si les canicules marines estivales sont devenues de plus en plus fréquentes et intenses au cours des dernières décennies en Méditerranée, l'événement de 2026 se distingue par son caractère exceptionnellement précoce. Une première vague de chaleur s'est développée dès le début du printemps, suivie d'un second épisode particulièrement chaud au mois de mai. Cette succession d'événements suggère un allongement de la saison des canicules marines et laisse craindre que les écosystèmes marins soient désormais exposés à des conditions de stress thermique pendant une grande partie de l'année.

Manifestation du réchauffement global, l'augmentation du nombre de vagues de chaleur ainsi que leur intensité, durée, et fréquence ne se limitent pas à la Méditerranée (Azarian *et al.* 2023). De fait, cette tendance est particulièrement préoccupante pour la biodiversité marine. En milieu côtier, les canicules marines ont déjà été associées à de nombreux épisodes de mortalité massive d'organismes marins, notamment chez les coraux, les gorgones, les éponges et d'autres espèces emblématiques (e.g. Garrabou *et al.*, 2022 Smith *et al.*, 2024). La pénétration en profondeur de ces événements, encore mal documentée, est particulièrement critique pour les espèces benthiques (vivant sur le fond qui ne peuvent migrer vers des eaux plus favorables. Ces événements thermiques extrêmes n'agissent pas de manière isolée ; ils amplifient la dégradation en cours des écosystèmes liée au réchauffement climatique et à la surexploitation des ressources halieutiques (Artana *et al.*, 2026). En milieu hauturier, la présence de masses d'eau anormalement chaudes expose les organismes à des conditions très inhabituelles, typiques parfois de zones situées à plusieurs centaines de kilomètres à des latitudes beaucoup plus basses. Les conséquences de l'événement de 2026 sur les écosystèmes, les pêcheries, l'aquaculture, le tourisme et les services écosystémiques restent encore à évaluer, mais leur ampleur pourrait être considérable compte tenu de l'intensité de cette vague de chaleur marine.

Dans ce contexte, il apparaît essentiel de renforcer les systèmes de surveillance et d'alerte précoce, d'améliorer la prévision des canicules marines et de développer des plans d'action et de gestion adaptés. Ceux-ci devront permettre d'anticiper les impacts sur les écosystèmes et les activités économiques dépendantes du milieu marin. Cependant, bien que la mise en place de mesures de protection (e.g., aires marines protégées) puisse améliorer la résilience d'un écosystème, la portée de celles-ci reste limitée. Face à l'augmentation de la fréquence, de l'intensité, et de la durée de ces événements dans un climat en réchauffement, seules des stratégies d'atténuation (*i.e.*, réduction des gaz à effet de serre) paraissent comme des solutions viables pour éviter des risques intolérables.



Évolution de la température de surface dans la zone délimitée par le cadre blanc sur la carte (3-9°E, 40-45°N) au cours de l'année 2026 (en rouge), comparée à la moyenne des 30 années (1991-2020). Le seuil, dont le dépassement indique des conditions extrêmes, est représenté par la ligne pointillée noire. La carte montre les anomalies de température de surface observées le 27 juin 2026. Cette analyse s'appuie sur les données satellitaires NOAA OISSTv2.1 (Huang *et al.*, 2020). Une animation mise à jour régulièrement est disponible sur ce lien : https://eikekoehn.github.io/pages/animations/mhw_2026.html

Références

- ▶ Artana, C. A. Kaplan, F. Ramirez, M. Ortega, J. Steenbeek and M. Coll, *Marine heatwaves are transforming Western mediterranean marine ecosystems*. *Scientific Reports* (2026), 10.1038/s41598-026-35813-x
- ▶ Azarian, C., Bopp, L., Pietri, A., Sallée, J.-B., d'Ovidio, F., 2023. *Current and projected patterns of warming and marine heatwaves in the Southern Indian Ocean*. *Progress in Oceanography* 215, 103036. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103036>
- ▶ Garrabou, *et al.*, *Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea*. *Global Change Biology*, 28, 5708–5725.
- ▶ Huang, B., *et al.*, *Improvements of the Daily Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (DOISST) Version 2.1*, *Journal of Climate* (2020), 34, 2923-2939, 10.1175/JCLI-D-20-0166.1
- ▶ Smith, K. E., Aubin, M., Burrows, M. T., Filbee-Dexter, K., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., ... & Smale, D. A. (2024). *Global impacts of marine heatwaves on coastal foundation species*. *Nature Communications*, 15(1), 5052.

Contacts

Camila Artana • Alice Pietri • Eike Koehn • Francesco d'Ovidio • Myriam Khodri • Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques (LOCEAN-IPSL)
camila.artana@locean.ipsl.fr • alice.pietri@locean.ipsl.fr • eike.koehn@locean.ipsl.fr
francesco.dovidio@locean.ipsl.fr • myriam.khodri@locean.ipsl.fr

3.

DU CLIMAT ACTUEL AU CLIMAT FUTUR

Une canicule comme les autres ?

Des diversions qui arrangent face à une vérité qui dérange

Du 17 au 30 juin 2026, la France a connu la canicule la plus sévère jamais enregistrée, quelques semaines seulement après un épisode de chaleur exceptionnellement précoce au mois de mai. Dans les médias, beaucoup se sont empressés d'en minimiser l'importance en la comparant à des épisodes similaires survenus en 1976, 2003 ou encore en 1870, comme si cet épisode n'avait rien de remarquable. Juin 2026 est devenu le mois de juin le plus chaud jamais observé en France, avec une température moyenne de 22,7°C, soit 3,8°C au-dessus de la normale 1991-2020. Selon l'étude d'attribution de World Weather Attribution, un événement d'une telle ampleur aurait été extrêmement improbable, voire impossible, sans le changement climatique dû aux activités humaines. En 2003, la probabilité d'observer de telles températures diurnes était dix fois plus faible, et celle de connaître des nuits aussi chaudes, plus de cent fois plus rare.

Nombre de fois où la température de 40°C a été dépassée par an

Données provenant de 120 stations du réseau de référence, de 1951 jusqu'au 29 juin 2026 inclus.



Source: Météo-France consulté via Le Monde

Figure 1. Nombre annuel de dépassements du seuil de 40 °C. Ces événements ont nettement augmenté au cours des dernières décennies.

La précocité, l'intensité, la durée et l'étendue géographique de la canicule de juin 2026 sont inédites.

Le phénomène météorologique à l'origine de cette canicule, un dôme de chaleur, est un phénomène rare mais pas exceptionnel. Ce qui a rendu cet événement aussi extrême, c'est le climat actuel plus chaud, qui rend les vagues de chaleur plus intenses, plus longues, plus sèches et plus persistantes. Il ne s'agit pas d'un événement mineur localisé : à l'échelle de l'Europe, 327 millions de personnes ont été exposées, dans des régions où l'activité économique représente 15 618 billions de dollars.

Cela s'inscrit dans une tendance plus large et solidement documentée : la fréquence et l'intensité des épisodes de chaleur extrême en Europe continuent d'augmenter sous l'effet des émissions de gaz à effet de serre, tandis que l'Europe se réchauffe plus rapidement que la moyenne mondiale. Selon Météo-France, des nuits où la température est restée au-dessus de 20°C ont concerné 75% du territoire français, avec jusqu'à 10 nuits tropicales consécutives à Paris. Comme expliqué par Yiou *et al.* (2024), si le réchauffement climatique mondial atteint 2°C, Paris pourrait connaître des températures proches de 50°C.

Les comparaisons historiques n'ont pas été les seules explications arrangeantes. Les médias ont trouvé un autre coupable idéal : El Niño, la phase chaude de l'oscillation australe ENSO dans le Pacifique, désormais confirmée par la NOAA comme pouvant devenir l'un des épisodes les plus intenses jamais observés. Les médias l'ont rapidement qualifié de « Super El Niño », expression non officielle qui en a fait un responsable tout désigné des fortes chaleurs européennes.

Impacts climatiques d'El Niño

Juin - Août

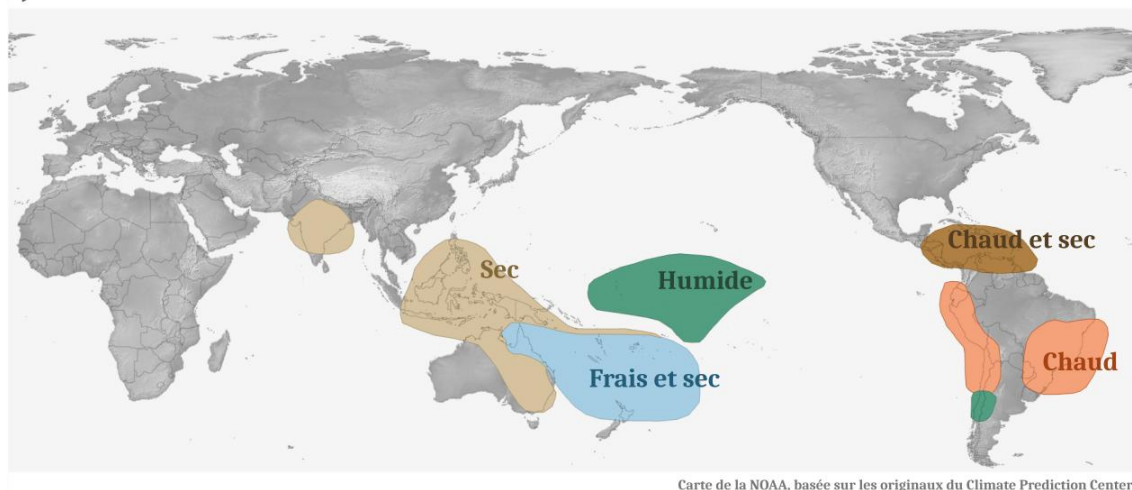


Figure 2. Régimes de température et de précipitations caractéristiques des conditions estivales liées à El Niño.

À l'échelle globale, El Niño joue effectivement un rôle : en libérant la chaleur océanique dans l'atmosphère, il élève la température moyenne annuelle de la planète. Cet effet est plus marqué lors des épisodes les plus intenses, atteignant par exemple + 0,19°C en 1998, voire jusqu'à + 0,28°C lors de l'épisode exceptionnel de 1878. Mais il s'agit là d'un effet planétaire et d'une moyenne annuelle, non de la cause d'une canicule estivale isolée. En ce qui concerne l'Europe en particulier, l'influence d'El Niño pendant sa phase de développement a jusqu'à présent été considérée comme négligeable, bien moins marquée que celle de La Niña ; cela pourrait toutefois être en train de changer en raison du changement climatique en cours, même si un consensus scientifique clair n'a pas encore émergé.

Les événements extrêmes, tels que les canicules, résultent de la combinaison de plusieurs mécanismes, des conditions météorologiques du moment et du réchauffement climatique à long terme. Présenter les choses en affirmant que « *cela s'est déjà produit auparavant* » ou que « *c'est la faute d'El Niño* » est une explication arrangeante, mais dangereuse. Ces récits retardent l'action et détournent l'attention du rôle déterminant des émissions de gaz à effet de serre sur le réchauffement climatique, moteur des vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses.

Des décisions fondées sur les connaissances scientifiques comme la réduction des émissions de gaz à effet de serre, les systèmes d'alerte précoces, les plans canicule, l'adaptation des villes et la protection des populations les plus vulnérables, sont remplacées par une illusion selon laquelle rien n'aurait réellement changé, ou par la crainte d'un phénomène naturel du Pacifique sur lequel nous n'aurions aucune prise.

Ce déplacement de responsabilité est contre-productif, car il a été démontré à de nombreuses reprises que les émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine réchauffent le climat à un rythme sans précédent.

Références

- ▶ Zanchi *et al.*, (2026). Anthropogenic climate change amplified the June 2026 Western European heatwave. ClimaMeter, Institut Pierre Simon Laplace, CNRS.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.21136744>
- ▶ NOAA, https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.shtml
- ▶ World Weather Attribution, <https://www.worldweatherattribution.org/fossil-fuel-emissions-have-rapidly-worsened-european-heatwaves-in-just-a-few-decades/>
- ▶ Yiou, P., 2024. How could 50 °C be reached in Paris: Analyzing the CMIP6 ensemble to design storylines for adaptation, Climate Services, 36, 100518, <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2024.100518>
- ▶ King, Martin P., *et al.* "Importance of late fall ENSO teleconnection in the Euro-Atlantic sector." *Bulletin of the American Meteorological Society* 99.7 (2018): 1337-1343.
- ▶ Knight, J. R., & Scaife, A. A. (2024). *Influences on North-Atlantic summer climate from the El Niño-Southern Oscillation. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 150(764), 4498-4510.
- ▶ Trewin, Blair. "Assessing internal variability of global mean surface temperature from observational data and implications for reaching key thresholds." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 127.23 (2022): e2022JD036747.
- ▶ IPCC, Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2023)
- ▶ Bilan climatique de juin 2026, le mois de juin le plus chaud jamais enregistré avec une canicule historique, <https://meteofrance.com/presse/bilan-climatique-de-juin-2026-le-mois-de-juin-le-plus-chaud-jamais-enregistre>

Contacts

Irene Donà • Ana Idiaquez-Valbuena • Clément Delcourt • Belkacem Oukil • Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE-IPSL)

irene.dona@lsce.ipsl.fr • ana.idiaquez-valbuena@lsce.ipsl.fr • clement.delcourt@lsce.ipsl.fr • belkacem.oukil@lsce.ipsl.fr

Alessandra Stoppelli • Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques (LOCEAN-IPSL)

alessandra.stoppelli@locean.ipsl.fr

Nadir Guendouz • Laboratoire Atmosphères, Observations Spatiales (LATMOS-IPSL)

Nadir.Guendouz@latmos.ipsl.fr

Feba Francis • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

feba.francis@lmd.ipsl.fr

Caractéristiques des vagues de chaleur dans le climat récent et pour différents niveaux de réchauffement global

Une analyse multi-modèles à l'échelle globale

Nous avons analysé sur l'ensemble du globe et pour 11 régions dont l'Europe de l'Ouest et la région méditerranéenne les propriétés des vagues de chaleur simulées par 20 modèles issus de la dernière génération de modèles du système terrestre (ESM) utilisés dans le cadre de la phase 6 du Projet d'intercomparaison des modèles couplés (CMIP6). Ces modèles sont un outil essentiel pour comprendre le climat et son évolution en réponse à l'augmentation des gaz à effet de serre d'origine anthropique. Plusieurs indices ont été considérés qui caractérisent la durée, l'intensité, la fréquence, la quantité et l'extension spatiale des événements.

Cette analyse a été conduite pour le climat récent (1979-2014) et pour des niveaux de réchauffement global par rapport à l'ère préindustrielle de 2°C et 3°C. Notons que le réchauffement dû aux activités humaines atteignait déjà 1,4°C en 2025

Pour le climat récent nous avons montré que si la dynamique de grande échelle contribuait majoritairement aux anomalies de température aux moyennes latitudes, la contribution d'anomalie d'humidité du sol pouvait atteindre jusqu'à 30 % du signal. Malgré des biais, les propriétés simulées par les modèles sont cohérentes avec celles diagnostiquées dans les jeux de données issus de l'observation. Néanmoins, les modèles peinent à s'accorder sur la distinction entre les vagues de chaleur « sèches » et « humides ».

À +2°C et +3°C de réchauffement global, tous les modèles simulent une intensification de la fréquence, de l'amplitude, de l'étendue spatiale et de la durée des vagues de chaleurs. La réponse est modulée à l'échelle régionale et l'intensification dépend des modèles considérés (figure 1). Ces événements sont détectés sur les 5 mois les plus chauds de l'année contre 3 mois pour la période passée récente. Pour l'Europe et la région méditerranéenne, la durée moyenne atteint voire dépasse la semaine pour certains modèles. L'augmentation modérée de la température maximale simulée au regard des cas récents observés (e.g. juin-juillet 2026) pourrait être due à des défauts d'origines dynamiques dans les modèles (Vautard *et al.*, 2025).

Bien qu'imparfaits (résolution, incertitude dans la représentation des processus de petite échelle et de méso-échelle), les modèles de climat du système Terre donnent des indications cohérentes avec les observations du passé récent et les événements actuels. Des progrès restent à faire pour paramétrer certains processus de petite échelle. Ces progrès passent aussi certainement par l'utilisation de modèle régionaux à plus fine échelle. Une attention particulière est aussi à apporter aux vagues de chaleur « humides » qui demeurent mal représentées en climat récent dans les modèles de climat. Pourtant, en limitant la capacité du corps à transpirer, ces événements peuvent entraîner un stress thermique considérable et des conséquences dramatiques sur les populations.

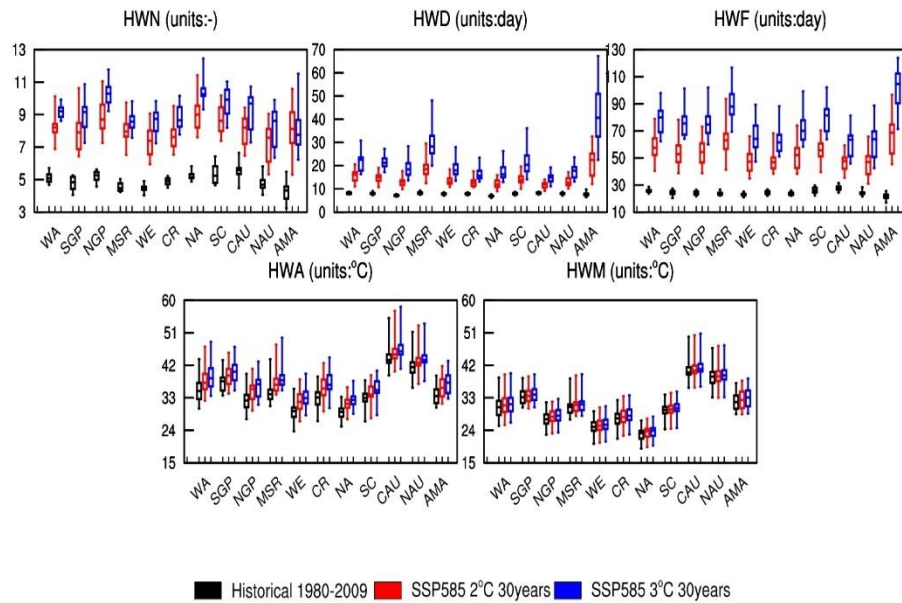


Figure 1. Diagrammes en boîte représentant les indices de canicule calculés pour les 5 mois les plus chauds, pour des scénarios de réchauffement climatique de 2 et 3°C, ainsi que les simulations historiques des 20 modèles de la base de données de la phase 6 du Coupled Model Intercomparison Project (CMIP6), pour 11 régions. Ouest de l'Amérique du Nord (WA), Nord des Grandes Plaines (NGP), Sud des Grandes Plaines (SGP), région méditerranéenne (MSR), Europe occidentale (WE), Russie centrale (CR), Asie du Nord-Est (NA), Sud-Est de la Chine (SC), Australie centrale (CAU), Nord de l'Australie centrale (NAU) et Amazonie (AMA). Les régions sont classées selon la classification climatique de Köppen-Geiger.

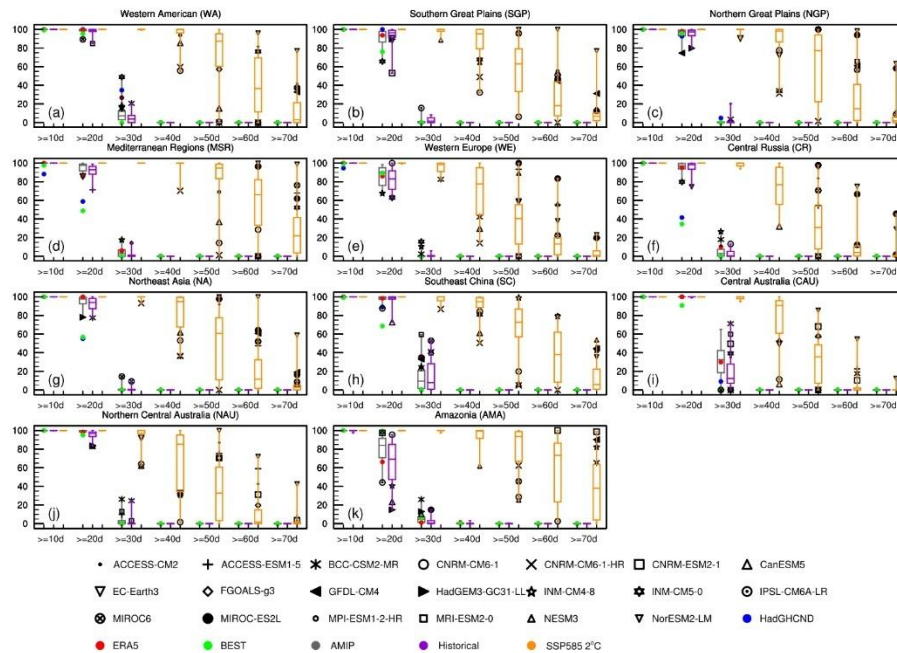


Figure 2. Pourcentage de la superficie de chaque région connaissant au moins un jour de canicule au cours des cinq mois les plus chauds. L'axe des x va d'au moins 10 jours de canicule (HW) à au moins 70 jours de canicule au cours des cinq mois les plus chauds pour un réchauffement climatique de 2°C. Les analyses sont réalisées pour trois ensembles d'observations (ERA5, HadGHCND, Berkeley Earth Surface Temperatures), le projet d'intercomparaison des modèles atmosphériques (AMIP) et les simulations historiques des 20 modèles de la base de données de la phase 6 du projet d'intercomparaison des modèles couplés (CMIP6) pour lesquelles des variables sont disponibles.

Contact

Frédérique Cheruy • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)
cheruy@lmd.ipsl.fr

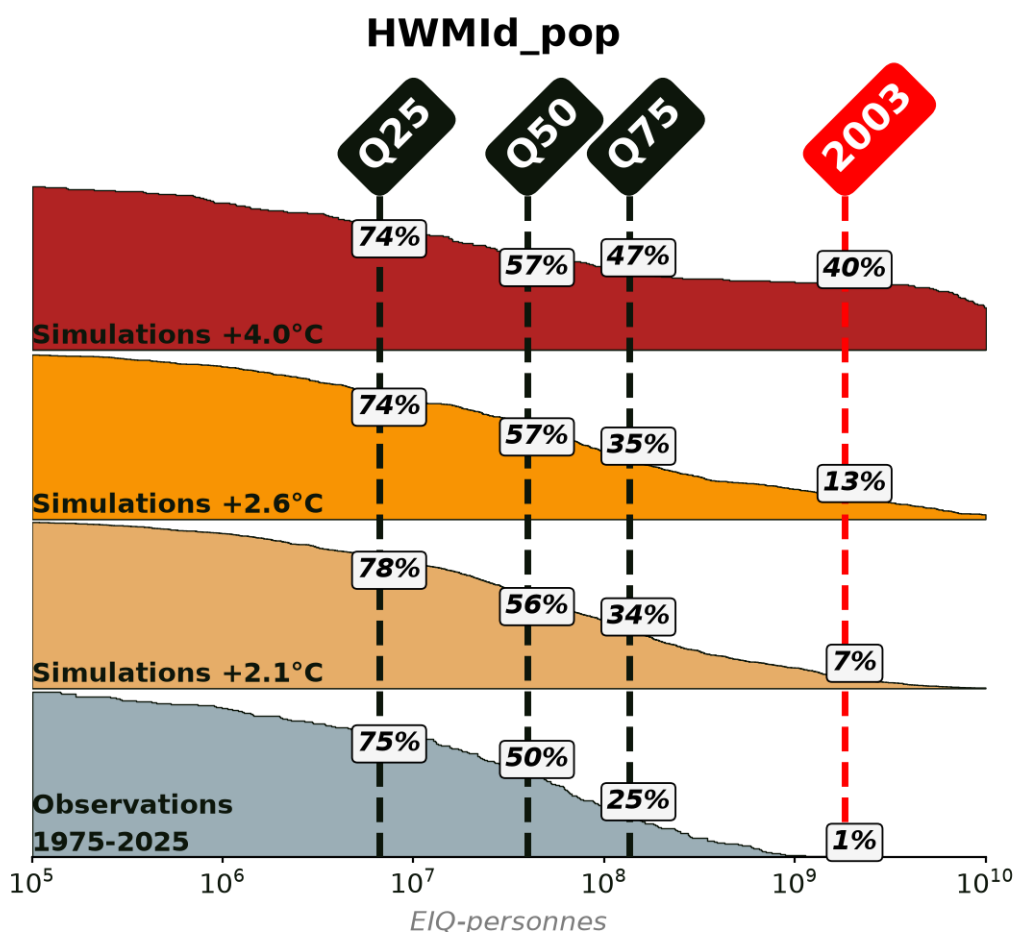
Références

- ▶ Travaux et figures issus de Al-Yaari, A., Zhao, Y., Cheruy, F., & Thiery, W. (2023). *Heatwave characteristics in the recent climate and at different global warming levels: A multimodel analysis at the global scale*. *Earth's Future*, 11, e2022EF003301. <https://doi.org/10.1029/2022EF003301>
Emails actuels : Amen.Al.Yaari@vub.be, yanfeng.zhao@se.com, Wim.Thiery@vub.be
- ▶ Vautard, R., Cattiaux, J., Hap  , T. *et al.* *Heat extremes in Western Europe increasing faster than simulated due to atmospheric circulation trends*. *Nat Commun* 14, 6803 (2023).
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-42143-3>

Évolution future des canicules européennes à différents niveaux de réchauffement

Les canicules sont des phénomènes météorologiques qui se déplacent dans l'espace et le temps. Alors que la canicule de juin 2026 s'achevait sur la France hexagonale, elle se poursuivait en Espagne et en Europe de l'Est. La canicule de juin 2026 a été plus intense et plus sévère que celle d'août 2003, qui est elle-même une référence pour beaucoup, autant dans la recherche en sciences du climat que dans la société civile, notamment en raison des nombreux décès qu'elle avait causés : 15000 en France, plus de 70000 en Europe.

En identifiant des canicules à l'échelle de l'Europe à l'aide de données d'observations de température et de 9 modèles simulant l'évolution future du climat, il est possible de mettre en contraste la canicule de 2003 avec cette évolution future, en fonction du niveau de réchauffement. L'Europe se réchauffe plus vite que le reste du monde, et à l'aide des simulations disponibles sur l'Atlas Interactif du GIEC (Gutiérrez *et al.*, 2021), on peut estimer, sous l'hypothèse du scénario SSP5-8.5, que les niveaux de réchauffement globaux fréquemment utilisés de +1,5°C, +2,0°C et +3,0°C correspondent respectivement à des niveaux de réchauffement européen de +2,1°C, +2,6°C et +4,0°C.



Représentation des canicules selon l'indicateur HWMId_pop pour les observations et trois niveaux de réchauffement européen. La canicule de 2003 est indiquée en rouge. Cet indice s'appuie sur une unité d'intensité de vague de chaleur propre à chaque localisation (point de grille) et du nombre de jours de la vague de chaleur, pondéré par la densité de la population dans chaque point de grille. Il est exprimé en EIQ (écart inter-quartiles) - personnes.

Les barres verticales représentent les quartiles pour le climat 1975-2025 dont les valeurs associées évoluent dans un climat qui se réchauffe. (CC-BY Lou Mandonnet)

L'impact d'une canicule est la résultante de l'occurrence de l'événement météorologique et ses caractéristiques, mais aussi de l'exposition (la présence de personnes ou d'infrastructures sur le lieu de l'événement), et la vulnérabilité (âge, sexe, conditions socio-économiques...). L'indicateur HWMld_pop (Mandonnet *et al.*, 2026) combine la température et l'exposition et permet de mesurer les canicules de manière plus pertinente qu'un indicateur basé uniquement sur la température, mais il ne prend pas en compte la vulnérabilité, ni l'adaptation éventuelle au changement climatique. Plus spécifiquement, en multipliant l'indicateur HWMld (Russo *et al.*, 2015), une unité pré-déterminée d'intensité de canicule adaptée à l'endroit concerné, avec la population de l'endroit touché, et en sommant le produit de chacun des points touchés par la canicule, HWMld_pop forme une mesure unidimensionnelle de canicule combinant température et population tout en tenant compte de la durée et de l'extension spatiale de la canicule.

Si la canicule de 2003 figurait parmi les 1 % des canicules les plus intenses de la période 1975-2025 en Europe, ce n'est plus le cas pour des niveaux de réchauffement supérieurs. Selon les modèles utilisés, à un niveau de réchauffement européen de +2,1°C (+1,5°C au niveau mondial), et à un niveau de vulnérabilité et d'adaptation fixe, 7 % des canicules seront plus sévères que celle de 2003 à l'échelle de l'Europe. Ce nombre monte à 13 % pour un réchauffement de +2,6°C européen (+2,0°C mondial), et à 40 % pour un niveau de réchauffement de +4,0°C (+3,0°C au niveau mondial). Ces résultats sont très peu dépendants du scénario d'évolution de la population européenne.

Ces résultats appellent de manière urgente à renforcer les efforts d'atténuation du changement climatique, ainsi que les efforts d'adaptation face à celui-ci et la réduction de la vulnérabilité qui se déploie à travers les inégalités socio-économiques.

Contact

Lou Mandonnet • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL) et CIRED
lou.mandonnet@lmd.ipsl.fr

Références

- ▶ Mandonnet, L., Jézéquel, A., D'Andrea, F. *et al.* Accounting for exposure in 3D spatiotemporally contiguous heatwaves in Europe 1975–2024. *Climatic Change* 179, 144 (2026).
<https://doi.org/10.1007/s10584-026-04234-0>
- ▶ Klinenberg E (2002) *Heat Wave: A Social Autopsy of Disaster in Chicago*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois
- ▶ Russo S, Sillmann J, Fischer EM (2015) *Top ten European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades*. *Environmental Research Letters* 10:124003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124003>
- ▶ Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, 2021: *Atlas*. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1927–2058, doi:10.1017/9781009157896.021. Interactive Atlas available from <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>

Simuler les canicules à plus fort impact avec l'Intelligence Artificielle

Les canicules sont les événements climatiques aux impacts sociétaux les plus importants, pouvant atteindre des centaines de milliers de morts pour les plus rares, et pour lesquels l'adaptation reste particulièrement difficile. Ce sont précisément ces événements extrêmes qui ont les conséquences les plus graves, mais ils ne peuvent pas être étudiés, car les modèles climatiques demandent un temps de calcul prohibitif.

Des chercheurs du Laboratoire de météorologie dynamique (ENS-PSL/CNRS/IPSL), en collaboration avec des équipes de l'Université de Chicago et du Courant Institute (NYU) ainsi que le Réseau de Transport d'Électricité (RTE), publient dans *Physical Review Letters* une nouvelle méthode qui résout à la fois le problème de la rareté et celui du coût de calcul. Cette méthodologie inédite, appelée AI+RES, combine une approche basée sur l'IA avec un recours aux modèles physiques grâce à des algorithmes d'événements rares (RES).

La composante IA repose sur un émulateur de modèle climatique, une approximation à faible coût de calcul qui estime rapidement les trajectoires atmosphériques d'intérêt. Cet émulateur guide le vrai modèle climatique en sélectionnant les trajectoires conduisant aux événements rares recherchés, rendant la méthode efficace pour un ensemble d'événements qui ne pouvait pas être étudié auparavant. Appliquée à des vagues de chaleur extrêmes, AI+RES permet d'en obtenir des statistiques fiables avec un gain de calcul d'un facteur cent par rapport aux simulations conventionnelles, là où les approches standard échouent à produire le moindre exemple.

Ce résultat ouvre la voie à l'étude d'un large spectre d'événements rares aux impacts déstabilisateurs : canicules, sécheresses, minima de production d'énergie renouvelable et maxima de demande électrique, avec des applications directes pour la résilience du système électrique. La méthode est suffisamment générale pour s'étendre au-delà des sciences du climat, à tout système complexe où une combinaison d'IA et de physique s'avère nécessaire.

Référence

Physical Review Letters a distingué ce travail comme suggestion de l'éditeur.

► *AI-boosted rare event sampling to characterize extreme weather*. Amaury Lancelin, Alexander Wikner, Laurent Dubus, Clément Le Priol, Dorian S. Abbot, Freddy Bouchet, Pedram Hassanzadeh, and Jonathan Weare. *Physical Review Letters*, 2026 <https://doi.org/10.1103/b1gc-9c2q>

Contact

Amaury Lancelin • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

lancelin.amaury@lmd.ipsl.fr

Freddy Bouchet • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

freddy.bouchet@lmd.ipsl.fr

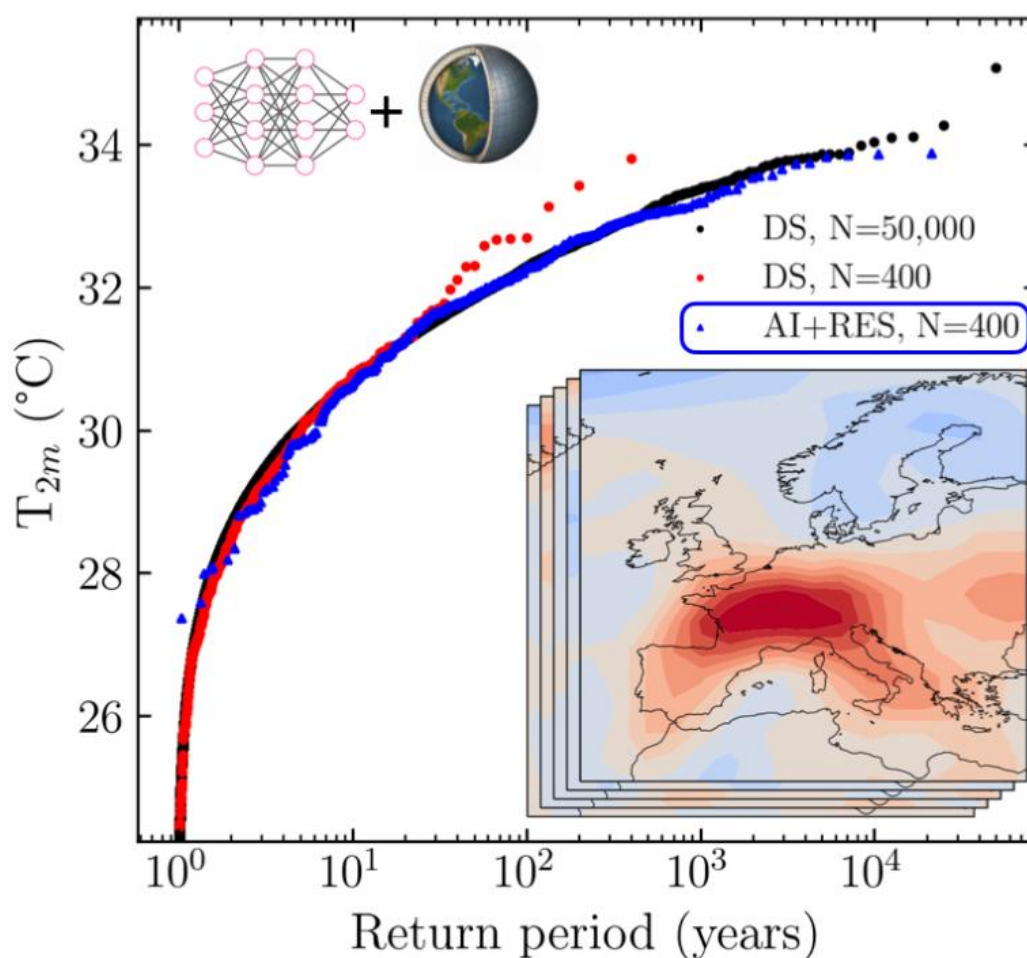


Schéma de la méthode AI+RES. Un émulateur météorologique basé sur l'IA est entraîné à partir de 100 ans de données du modèle de circulation générale PlaSim, puis utilisé pour guider un algorithme d'échantillonnage des événements rares (RES). Cela permet à la fois de générer un vaste catalogue d'événements extrêmes à partir de simulations basées sur la physique (cartes) et de calculer des probabilités non biaisées pour ces événements rares (courbes) à un coût bien inférieur à celui de la simulation directe (DS) avec le modèle physique.

Un climat en surchauffe : si ! on savait !

Juin 2026 au regard des simulations climatiques

Depuis plusieurs décennies, l'IPSL développe un modèle de climat parmi les plus complets au monde. Avec une vingtaine d'autres centres internationaux, il participe aux exercices d'inter-comparaison CMIP, qui constituent l'une des bases des rapports du GIEC. Dès 1979, les simulations réalisées avec les premiers modèles globaux annonçaient un réchauffement climatique dû à l'augmentation des gaz à effet de serre, alors que celui-ci était encore à peine perceptible. Depuis lors, les mesures n'ont cessé de confirmer ces simulations, comme celles réalisées en 2018 avec le modèle de l'IPSL pour l'exercice CMIP6 ou déjà en 2004 pour CMIP3 (figure 1).

À l'échelle du globe, les simulations réalisées pour CMIP6 sans tenir compte des activités humaines (en bleu, figure 1a) montrent des températures stables, tandis que celles intégrant les activités humaines reproduisent les caractéristiques du réchauffement planétaire observé. Les chercheurs réalisent plusieurs dizaines de simulations qui ne diffèrent que par leurs conditions initiales (orange) pour caractériser l'incertitude associée au chaos météorologique. Ces simulations montrent toutes la même évolution du climat. Des simulations non montrées ici prouvent que l'augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂, due aux activités humaines, est responsable de l'essentiel du réchauffement observé.

Ces simulations annonçaient également des canicules de plus en plus fréquentes et intenses, du fait de la superposition des fluctuations naturelles de la météo à un climat dont la température moyenne augmente progressivement. L'évolution observée des températures d'été en France hexagonale (figure 1b) rend compte des grandes canicules de 1947, 1976, 2003 et 2022. Les simulations reproduisent bien à la fois les caractéristiques de l'augmentation des températures d'été en France, amplifiée par rapport au réchauffement planétaire, et l'augmentation de la fréquence d'occurrence d'étés particulièrement chauds, de façon aléatoire. L'été 2003 avait marqué les esprits, combinaison d'un événement météorologique exceptionnel et du réchauffement climatique. Il sera l'été moyen dans un climat réchauffé de 2°C, anticipé vers 2050 pour un scénario intermédiaire d'émissions de gaz à effet de serre (SSP2-45).

La canicule de juin 2026 (figure 1c) a établi un record de chaleur pour un mois de juin en France hexagonale avec une anomalie de +5,5°C par rapport à 1900-1960. Les analyses des simulations suggèrent qu'environ la moitié de cette anomalie est due au réchauffement climatique (moyenne de l'ensemble des 10 simulations du scénario SSP2-45 pour 2026), plus fort sur les continents et notamment en Europe qu'en moyenne planétaire, l'autre moitié résultant de conditions météorologiques exceptionnelles. Ces simulations montrent que ce mois de juin caniculaire devrait bientôt lui aussi devenir la norme dans quelques décennies, dans un climat réchauffé de 2°C. Les mois de juns exceptionnels seraient alors encore 2 à 3 °C plus chauds, voire davantage si les émissions mondiales de gaz à effet de serre ne diminuent pas rapidement.

Les modèles climatiques se sont considérablement améliorés au fil du temps. Leur bon accord avec les observations renforce la confiance dans leurs projections mais peut cacher en partie des compensations d'erreurs. Depuis une dizaine d'années, l'IPSL est en pointe sur la quantification de ces erreurs, qu'elles proviennent de l'état initial des simulations [1] ou du calibrage des modèles [2], avec comme but d'anticiper toujours mieux le futur et d'éclairer au mieux les politiques d'adaptation et d'atténuation.

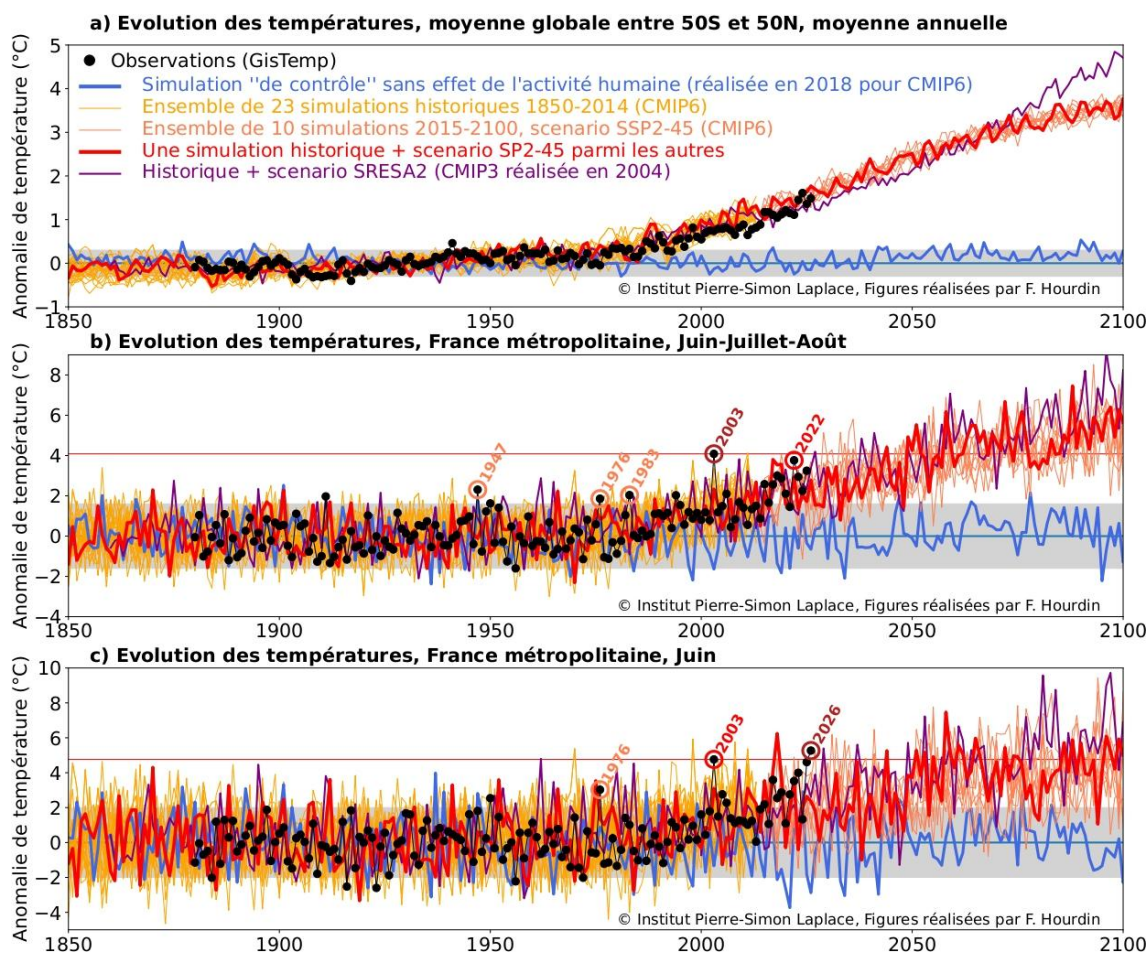


Figure 1. Évolution des anomalies de températures (référence 1900-1960) observées [1] et simulées avec le modèle couplé de l'IPSL pour CMIP3 et CMIP6.

Références

- [1] GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP v4) : <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>
- [2] Rémy Bonnet, Didier Swingedouw, Guillaume Gastineau, Olivier Boucher, Julie Deshayes, Frédéric Hourdin, Juliette Mignot, Jérôme Servonnat, and Adriana Sima. *Increased risk of near term global warming due to a recent AMOC weakening*. *Nature Communications*, 12:6108, 2021.
- [3] Frédéric Hourdin, Brady Ferster, Julie Deshayes, Juliette Mignot, Ionela Musat, and Daniel Williamson. *Toward machine-assisted tuning avoiding the underestimation of uncertainty in climate change projections*. *Science Advances*, 9(29):eadf2758, 2023.

Contacts

Frédéric Hourdin • Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD-IPSL)

frederic.hourdin@lmd.ipsl.fr

Juliette Mignot • Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques (LOCEAN-IPSL)

Les collègues du Centre de Modélisation du Climat de l'IPSL (CMC-IPSL)

1. UN ÉVÉNEMENT EXCEPTIONNEL

PAR SON INTENSITÉ, SA DURÉE, SA PRÉCOCITÉ ET SON ÉTENDUE

Records de température

- Juin 2026 : mois extrêmement chaud et sec en France et en Europe.

Intensité et durée

- Vague de chaleur la plus intense enregistrée en France.

Étendue géographique

- Impacts sur l'Europe de l'Ouest et la Méditerranée.

Éclairage historique et paléoclimatique

- Une forte accélération de la fréquence des vagues de chaleur depuis la fin du XX^e siècle.

EN CHIFFRES CLÉS

- ▶ Durée de 14 jours
- ▶ 24-25 juin : journées les plus chaudes atteignant 30°C en moyenne pour la première fois
- ▶ 50 % déficit de pluie
- ▶ 7 vagues de chaleur entre le XI^e et XIII^e siècles
- ▶ 22 vagues de chaleur entre le XV^e siècle et 1950
- ▶ 25 vagues de chaleur entre 1947 et 2010
- ▶ 27 depuis 2011

2. POURQUOI UNE TELLE VAGUE DE CHALEUR ?

DES FACTEURS MÉTÉOROLOGIQUES ET CLIMATIQUES QUI SE RENFORCENT DANS UN CLIMAT PLUS CHAUD

Blocage anticyclonique

- Situation de blocage persistante favorisant l'afflux d'air très chaud.

Changement climatique

- Le réchauffement dû aux activités humaines augmente la probabilité et l'intensité des vagues de chaleurs. Les mêmes configurations météorologiques produisent aujourd'hui des températures nettement plus élevées qu'elles ne l'auraient fait dans un climat pré-industriel.

Océan anormalement chaud

- Des températures marines exceptionnellement élevées s'inscrivant dans une tropicalisation progressive des mers européennes affectant les échanges d'énergie et d'humidité avec l'atmosphère.

Sols exceptionnellement secs

- L'assèchement des sols limite l'évaporation et augmente la part de l'énergie solaire utilisée pour réchauffer directement l'air, amplifiant ainsi les températures de surface.

Processus atmosphériques locaux

- Rôle clé de la couche limite, des brises et des contrastes thermiques jour/nuit. Compression de l'air lors de la subsidence contribuant à des températures supérieures à 40°C au centre de Paris.

EN CHIFFRES CLÉS

- ▶ Le réchauffement planétaire dû aux activités humaines atteint 1,4°C (par rapport à 1850-1900)
- ▶ Réchauffement amplifié en Europe et en France, plus marqué en été, et pour les événements les plus chauds
- ▶ > 3000 m : couche de mélange exceptionnellement profonde pour certains jours
- ▶ > +8°C par rapport aux années 1990 en Méditerranée
- ▶ < 15 % humidité des 10 premiers centimètres au sol à Fontainebleau

3. CE QUE L'ÉVÉNEMENT RÉVÈLE

LA VAGUE DE CHALEUR PERTURBE L'ENSEMBLE DU SYSTÈME CLIMATIQUE ET DES ÉCOSYSTÈMES

Qualité de l'air dégradée

- La stagnation de l'air et la chaleur modifient la chimie de l'atmosphère, renforcent les émissions de composés organiques volatils et la formation d'aérosols organiques et d'ozone.
- Forte exposition combinée à la chaleur et à la pollution à l'ozone en juin 2026, impacts sanitaires accrus.

Océan en surchauffe

- Les vagues de chaleur touchent fortement aussi l'océan.
- Vague de chaleur marine exceptionnelle affectant les écosystèmes marins, le cycle du carbone et les flux de CO₂.

Villes plus vulnérables

- Les processus locaux peuvent amplifier... ou limiter... la chaleur.
- Îlots de chaleur urbains amplifiés, nuits tropicales.
- Effet modérateur de brises de mer.
- Contrastes thermiques marqués en fin de journée et la nuit entre Paris et la forêt de Fontainebleau.

Végétation sous stress thermique et hydrique extrême

- Dommages irréversibles des feuilles.
- Réduction massive de l'activité photosynthétique.
- Forêt de Fontainebleau particulièrement affectée.

Conditions propices aux feux de forêt

- Températures extrêmes et déficit de précipitations ont asséché les forêts, augmenté la quantité de biomasse combustible disponible, favorisant la propagation des incendies.

Source de carbone temporaire

- Les surfaces continentales de l'hexagone, en une semaine, sont devenues une source nette de carbone au lieu d'un puits.

Les risques composés

- Vagues de chaleur, sécheresse, conditions propices aux incendies, orages et précipitations intenses.
- La fréquence et l'intensité de ces risques composés, successifs, en cascade, augmente avec le niveau de réchauffement planétaire.

EN CHIFFRES CLÉS

- ▶ -17 % d'activité photosynthétique de la végétation
- ▶ >220 µg/m³ d'ozone lors des pics de pollution
- ▶ Jusqu'à 4°C d'écart entre Paris et la forêt de Fontainebleau
- ▶ 10 nuits tropicales consécutives à Paris et Limoges
- ▶ Record depuis 1982 des températures de surface de la mer Méditerranée
- ▶ ×6 surfaces brûlées (1^{er} juin–3 juillet)

4. DES CLÉS POUR COMPRENDRE ET DES CLÉS POUR AGIR

DES VAGUES DE CHALEURS COMPARABLES À CELLE DE JUIN 2026 DEVIENDRONT COURANTES AVEC +1,5°C A +2°C DE RÉCHAUFFEMENT MONDIAL, ET BIEN PLUS INTENSES AU-DELÀ

Agir sur les causes pour éviter des risques intolérables (atténuation)

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à la neutralité carbone
- Réduction des polluants atmosphériques ;
- Agir simultanément pour limiter le réchauffement et améliorer la qualité de l'air.

Anticiper les risques inévitables

Se préparer aujourd'hui aux événements exceptionnels d'un climat plus chaud avec des actions pour renforcer la résilience :

- Systèmes d'alerte et gestion de risques ;
- Services climatiques ;
- Adaptation des villes et des infrastructures ;
- Gestion intégrée des ressources en eau ;
- Gestion intégrée du risque d'incendies ;
- Santé ;
- Agriculture et gestion intégrée des ressources en eau.

Mieux comprendre pour mieux agir

Mieux caractériser les facteurs générateurs d'impacts et les éventualités à haut risque nécessite :

- Des observations avancées pour une vision intégrée du système climatique (satellites, capteurs, réseaux au sol et en mer) ;
- De nouveaux outils pour l'analyse (modélisation multi-échelle et IA) ;
- Co-construire de nouvelles approches pour caractériser les éventualités à haut risque dans le climat actuel et futur (trames narratives, stress tests).

EN CHIFFRES CLÉS

- Augmentation de probabilité d'occurrence par rapport au climat préindustriel :
x 200 pour la vague de chaleur de juin 2026 en France ;
x 1000 pour la combinaison sécheresse sur 6 mois et pic de la vague de chaleur en Europe.
- Vague de chaleur de juin 2026 en France :
3 fois plus probable pour un réchauffement planétaire de 2°C ;
10 fois plus probable pour un réchauffement planétaire de 3°C.

ÉCLAIRAGE^S

ÉDITORIAL & MAQUETTE
Marie Pinhas-Diena & Daniel Peyronel
ICOM, Service de communication
et de médiation de l'IPSL
Inspiration : Magnific.com
© IPSL, 2026