

ENTRETIEN



Valérie MASSON-DELMOTTE

Co-présidente du groupe 1 du Giec
de 2015 à 2023

Quels ont été les points que vous mettriez en avant concernant votre mandat de coprésidente du GT1 du Giec qui vient de se terminer ?

J'ai beaucoup réfléchi aux enjeux de transformations à porter, pendant que j'hésitais à accepter de présenter ma candidature et au début de mon mandat. J'avais identifié la nécessité de modifier la structure du rapport du GT1 pour d'une part mieux refléter les avancées scientifiques fondamentales dans les sciences du climat, en particulier sur la compréhension des processus, le bilan d'énergie de la Terre, d'autre part présenter les éléments nécessaires à la prise de décision, à l'échelle régionale, en lien avec les services climatiques, et en appui à l'évaluation des trajectoires d'atténuation, notamment en lien avec les budgets carbone résiduels, et l'interface avec la qualité de l'air. Et de fait, nous avons largement changé la structure du rapport, en trois grandes parties, et amélioré l'accessibilité des résultats majeurs avec par exemple l'atlas interactif, un atlas de la Nasa pour la montée du niveau de la mer, des fiches de synthèse par région et par secteur, et un résumé grand public en langage clair.

Cela a également permis de construire les conclusions principales du résumé pour décideurs par une approche "bottom-up", chaque auteur faisant remonter les points clés pertinents. Nous avons pu ainsi développer une véritable approche collective, plus solide.

Un autre développement important a été la préparation de 3 rapports spéciaux sur 1,5°C, sur l'océan et la cryosphère et sur le changement climatique et les terres émergées (dont la sécurité alimentaire), choisis à partir de 31 propositions initiales. Ces rapports préparés de manière conjointe avec les groupes de travail ont été très bénéfiques pour une approche mieux intégrée entre les 3 groupes du GIEC, au lieu des silos habituels. Cela a façonné la structuration des rapports complets avec un ancrage explicite entre la physique du climat et les outils utilisés par les différents groupes.

On peut ainsi citer les émulateurs (modèles de climat simplifiés cohérents avec les évaluations du groupe 1 utilisées pour classer les trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre, une approche coordonnée sur le volet de budget carbone résiduel et l'approche des composés à faible durée de vie qui jouent à la fois sur le climat et la qualité de l'air, ou encore un ancrage solide du point de vue de l'analyse des risques entre la partie physique du climat et les parties impact, risques, vulnérabilité et adaptation, notamment entre l'atlas du groupe 1 et les chapitres régionaux du groupe 2.

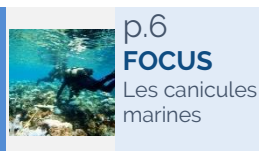
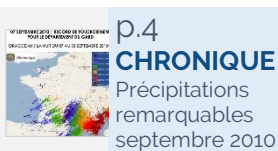
Quelles ont été les principales difficultés rencontrées

Le rapport spécial 1,5°C a été difficile. La demande de ce rapport, lors de la COP21, résultait d'un blocage politique sur l'objectif principal de l'Accord de Paris sur le climat, car la cible de contenir le réchauffement largement sous 2°C était perçue comme insuffisante par les pays les plus vulnérables, et au contraire l'aspiration à contenir le réchauffement sous 1,5°C était jugée comme bien trop contraignante par les pays exportateurs d'énergies fossiles. Son approbation a été particulièrement délicate, mais le socle scientifique solide s'est imposé. Ce rapport a mis en évidence le fait que chaque 10^{ème} de degré compte, au vu des risques climatiques immédiats et à long terme – ce qui a parfois même surpris la communauté scientifique. Cela a souligné l'impératif d'atteindre des émissions net zéro de CO₂ pour limiter le réchauffement, avec une étroite marge de manœuvre par rapport au budget carbone résiduel compatible avec une limitation du réchauffement à 1,5°C. Il a aussi ancré l'évaluation des risques climatiques et des options de réponse à l'angle des autres dimensions de soutenabilité – avec ce constat très clair que l'incapacité à contenir le réchauffement à un niveau très bas va rendre très difficile d'atteindre les objectifs de développement durable.

Quelles autres évolutions avez-vous constaté pendant au cours de ce mandat ?

Les modifications apportées à l'organisation et la structure des rapports, que j'ai mentionnées, nous ont permis de développer une approche holistique plutôt que segmentée. Ainsi, dans le rapport du groupe 1, au lieu de traiter les observations instrumentales d'un côté et informations paléoclimatiques de l'autre, ils sont dans le même chapitre, ce qui permet de situer les changements en cours par rapport aux variations passées de long terme.

... / ...



Un autre exemple d'approche nouvelle tient au fait de contraindre les projections climatiques issues des modèles de climat par l'évaluation de la sensibilité climatique qui s'appuie sur l'ensemble des éléments probants disponibles, et par les observations, ce qui permet de réduire la plage d'incertitude sur la réponse du climat. J'en profite pour attirer l'attention des lecteurs sur le résumé technique de ce rapport, qui a justement permis d'intégrer les connaissances entre les différents chapitres, avec des encadrés spécifiques sur des sujets importants pour la prise de décision, et ainsi structurer les éléments qui étayaient le résumé à l'intention des décideurs. Nous avons pu aussi diversifier la population des auteurs, contributeurs et relecteurs au cours de ce 6^{ème} cycle, en intégrant davantage de jeunes scientifiques, qui ont par exemple collectivement construit des revues approfondies de chapitres, en renforçant la participation de scientifiques de régions différentes, avec des progrès sur la parité, et un travail sur l'éthique associée au rôle des auteurs (étayé par des contributions effectives).

Ces approches, ainsi que le renforcement de l'approche de données ouvertes, renforce l'intégrité scientifique, et la diversité des auteurs permet d'élargir la vision, d'éviter les effets de "clubs de pensée", et, avec des approches inclusives et participatives au final une évaluation plus rigoureuse, plus approfondie, et plus pertinente.

Que tirez-vous personnellement de ces 8 années

Je dois dire que cela a été très enrichissant. Par exemple, j'ai découvert à quel point la co-construction des rapports conduit à une émulation collective qui se traduit par une amélioration continue, un gain en profondeur, en clarté et en pertinence. Et le processus très contraignant de relecture est lui aussi essentiel et participe au caractère unique des rapports du Giec. J'ai fait de mon mieux pour créer la confiance avec les représentants des différents pays, lors des sessions d'approbation des rapports que j'ai menées, avec comme seule priorité le fait de fournir de manière rigoureuse, exhaustive et complète mais aussi pédagogique et claire, cet état des

connaissances scientifiques. J'ai eu aussi l'opportunité de traverser des cercles professionnels inhabituels lors de la présentation des points clés de ces rapports avec de multiples parties prenantes, de différents secteurs d'activité – et j'ai mesuré à nouveau l'importance de renforcer les échanges science-société.

C'est aussi un travail considérable qui m'a occupé à 200 %, week-end et vacances comprises pendant près de 8 ans. Ma crainte initiale concernant la possibilité de poursuivre mes travaux de recherche s'est largement confirmée. Mais j'ai certainement gagné en profondeur de réflexion, en culture scientifique et en compréhension des enjeux à l'interface science-société, à l'échelle internationale. Et maintenant je reviens à la recherche.

Propos recueillis par
Dominique MARBOUTY
Météo et Climat

EN BREF

PARIS 50°

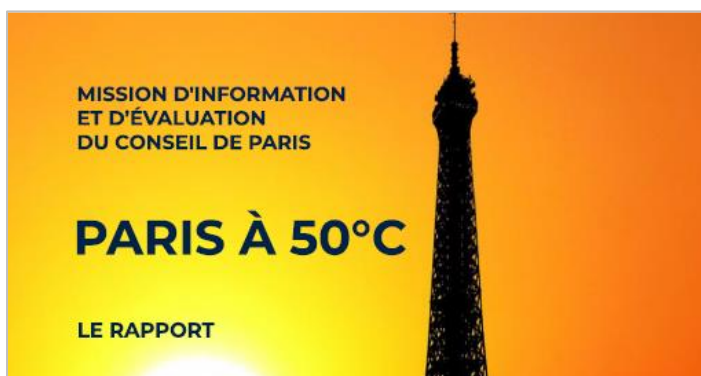
Le rapport "Paris 50 °C" a été publié en avril 2023. Ce document de 260 pages a été élaboré par une mission d'information et d'évaluation composée de 15 élus parisiens de tous groupes politiques. Cette mission, constituée par vote du Conseil de Paris, a mené pendant 6 mois une campagne d'entretiens, d'investigations et de visites sur le thème de la vulnérabilité et de l'adaptation de la capitale à des méga-canicules qui pourront atteindre 50 °C.

+ d'info : <https://urlz.fr/oBMD>

LES PLUS GRANDES PLATEFORMES DE GLACE FLOTTANTES DE LA CALOTTE DU GROENLAND ONT PERDU PLUS DU TERS DE LEUR VOLUME DEPUIS 1978

Cet amincissement est en majeure partie dû à la hausse des températures océaniques autour du Groenland, provoquant la fonte des extensions flottantes des glaciers, qui s'écoulent depuis l'intérieur de la calotte pour venir s'échouer dans l'océan. Les glaciers de cette région étaient pourtant jusqu'à présent considérés comme stables, contrairement à d'autres zones plus sensibles de la calotte polaire. Cette étude vient de paraître dans *Nature Communications*, sous la signature de chercheurs français (Institut des géosciences de l'environnement, Grenoble), danois et américains.

+ d'info : <https://urlz.fr/oBP6>



Météo et Climat Info n°99 - Novembre 2023

73, avenue de Paris 94165 Saint-Mandé cedex

Tél: 01 49 57 18 79

info@meteoetclimat.fr www.meteoetclimat.fr

 @MeteoClimat

 MeteoetClimat

Rédactrice en chef : Morgane DAUDIER (Météo et Climat).

Autres membres : Jean-Claude ANDRÉ (Météo et Climat),

Sylvain COQUILLAT (OMP, Laboratoire d'Aérodynamique), Guy

BLANCHET (Météo et Climat), Sonia GADY (Météo et Climat),

Dominique MARBOUTY (Météo et Climat), Yves MOREL

(LEGOS), Samuel MORIN (Météo-France, CNRS, CNRM),

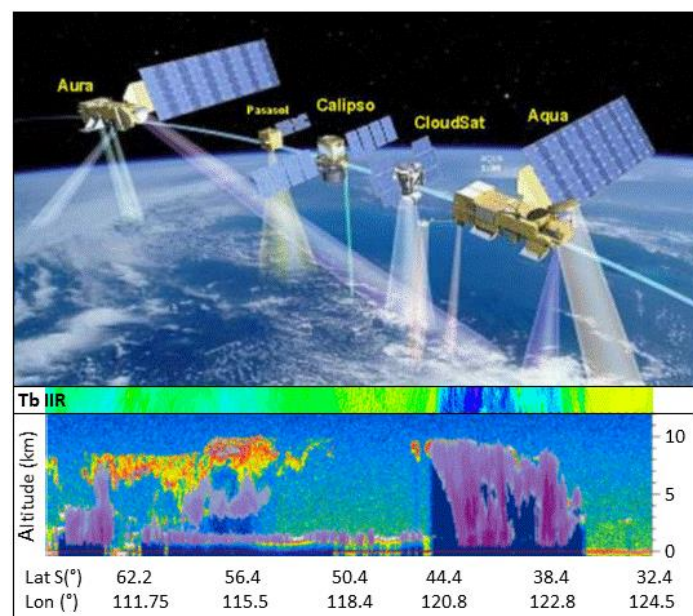
Françoise VIMEUX (IRD, HSM-LSCE)

CALIPSO, 17 ans en orbite pour l'étude des nuages et des aérosols

La phase opérationnelle de la mission spatiale CALIPSO (NASA-CNES) a pris fin cet été. La base de données climatologiques obtenue depuis 2006 sur les nuages et les aérosols terrestres constitue une base essentielle pour les études en cours et à venir.

L'étude de l'atmosphère météorologique terrestre par satellite a pris son essor dans les années 1970. Les premières observations radiométriques n'apportaient toutefois que très peu d'information sur la verticale jusqu'à l'utilisation récente de sondeurs passifs puis actifs. Ceci a coïncidé, dans les années 1980, avec une prise de conscience de la communauté scientifique qu'une meilleure connaissance des propriétés nuageuses et des forçages radiatifs associés était nécessaire à la prévision numérique du temps et à l'étude du climat.

La mission scientifique spatiale CALIPSO (Cloud-Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observation, mission NASA-CNES) embarquant un sondeur laser (lidar) a ainsi été proposée à la fin des années 1990 et lancée en avril 2006, en même temps que la mission CloudSat (NASA), embarquant un radar nuages. Ces plateformes embarquant des sondeurs actifs ont été intégrées au sein d'une constellation de satellites (A-Train) conduite par le satellite AQUA (NASA, 2002). Ces satellites ont été placés sur des orbites très proches permettant des observations co-localisées et quasiment simultanées, offrant ainsi une synergie inédite pour l'observation de la Terre (voir revue *La Météorologie* n°75, 2011).



L'observatoire spatial A-Train (en haut) en 2014. En bas : coupe 2D horizontale de la température de brillance IIR, et dessous, coupe 2D verticale des réflectivités lidar (toutes couleurs) et radar (violet) superposées montrant leur complémentarité pour l'analyse des propriétés des aérosols et des nuages sur la verticale (Images NASA).

L'observatoire spatial ainsi créé a ensuite évolué dans le cadre d'une coopération entre agences spatiales. CALIPSO et CloudSat sont sortis de l'A-Train en 2020, mais ont continué à effectuer des mesures couplées sur une orbite plus basse.

CALIPSO a pu fournir, grâce en particulier à son lidar bi-longueur d'onde à polarisation (NASA) et à son radiomètre imageur à microbolomètres* opérant dans plusieurs canaux infra-rouge (CNES), des observations quantitatives quasi-3D des propriétés des aérosols et des nuages de glace et d'eau, offrant une grande complémentarité avec CloudSat (voir figure ◀). Le satellite CALIPSO a cessé de fonctionner en août 2023, la mission jumelle CloudSat doit être arrêtée à la fin de l'année 2023.

La mission CALIPSO a conduit à de très nombreuses avancées scientifiques, valorisées par plus de 4000 publications dans des revues à comité de lecture, incluant des domaines initialement non ciblés (océan, cryosphère, biosphère, ...). Les observations ont notamment permis de faire évoluer la physique des modèles (par exemple le changement de phase liquide-glace dans les nuages bas peu convectifs, la structure et le recouvrement nuageux sur la verticale), conduisant ainsi à une réduction de biais radiatifs dans les modèles. L'apport de la mission a été mis en avant dans les 5^{ème} et 6^{ème} rapports du GIEC.

La longue série de mesures de CALIPSO et de CloudSat constitue ainsi une référence pour le suivi à long terme des nuages et des aérosols et l'étude de phénomènes remarquables ou extrêmes (cyclones, éruptions volcaniques, feux de biomasse, ...). Ces missions vont également servir de série de référence à la mission EarthCare de l'Agence Spatiale Européenne et de l'agence japonaise JAXA (dont le lancement est prévu en 2024), ainsi qu'aux missions suivantes.

Jacques PELON

* il s'agit ici d'une matrice de détecteurs composés de matériau absorbant dans le spectre infrarouge. Ces détecteurs sont contrôlés en température mais non refroidis.

Les précipitations remarquables des 6 et 7 septembre 2010 dans le sud-est de la France

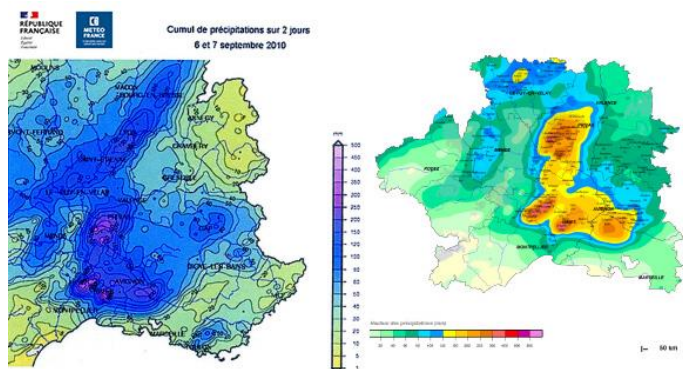


Fig. 1a - Cumul des précipitations des 6 et 7 novembre 2010

Fig. 1b - Cumul des précipitations des 6 et 7 novembre 2010 dans le sud de la France

Les 6 et 7 septembre 2010, des pluies abondantes s'abattent sur une partie du sud-est de la France, notamment le Gard, l'Ardèche, le Vaucluse, puis plus au nord les régions lyonnaise et stéphanoise (fig.1 ▲).

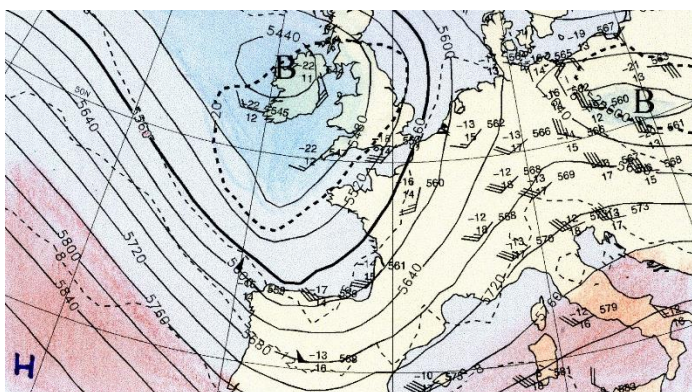


Fig. 2 - Situation à 500 hPa le 7 novembre 2010 à 12h UTC

ÉVOLUTION DE LA SITUATION

Le 6 septembre, en altitude, une zone de bas géopotentiels s'allonge de l'Islande au Golfe de Gascogne ; le lendemain, une goutte froide se situe sur l'Irlande, générant un flux de sud-ouest sur la France (fig. 2).

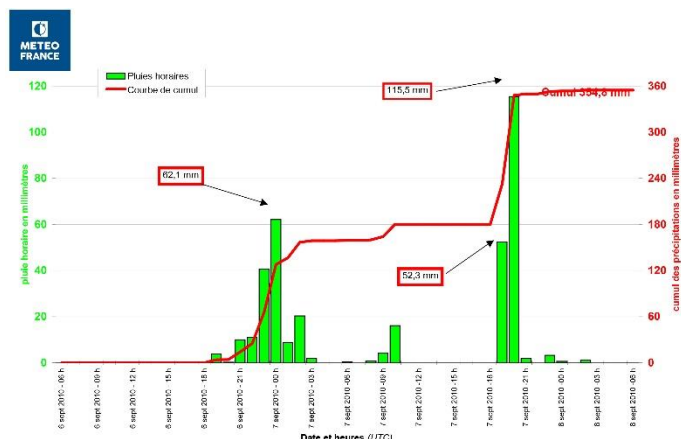


Fig. 3 - Précipitations à Cardet (Gard) du 06/09/2010 à 6h (UTC) au 08/09/2010 à 6h (UTC)

Dans la soirée du 6 septembre, des précipitations orageuses abondantes débutent sur les bassins du Vidourle et du Gard (département du Gard) et dans le sud-ouest du Vaucluse ; elles atteignent les régions stéphanoise et lyonnaise vers 2 heures du matin. Les intensités sont souvent fortes : en 7 heures, il tombe 309 mm à Conquérac ; en 5 heures, 210 mm à Cavaillon (fig. 3 ▲). Le 7 septembre, les pluies sont copieuses sur toute la région du Gard à la région lyonnaise : Lyon-Bron reçoit dans la journée 104,1 mm, valeur journalière record pour septembre depuis l'ouverture de la station en 1921 (2^{ème} à l'échelle annuelle après les 105,9 mm du 10 mai 2021). Les intempéries reprennent fortement dans la soirée du 7, surtout sur le Gard (fig. 3).

BILAN PLUVIOMÉTRIQUE

Les cartes d'isohyètes de l'épisode (fig.1 ▲) montrent plusieurs noyaux de fortes pluies : l'Ardèche de St-Pierreville à Lablachère ; le Gard de St-Christol-les-Alès à Pompignan ; les environs de Nîmes ; le nord-ouest des Bouches-du-Rhône et le sud-ouest du Vaucluse Partout, les précipitations étaient accompagnées de manifestations orageuses (fig. 4 ▼). Plusieurs régions du sud-est de la France ont été, en revanche, peu affectées par les fortes précipitations : les régions comprises entre l'Hérault et les Pyrénées-Orientales (46 mm à Montpellier, 2 à Béziers et moins d'un mm à Sète et à Perpignan !), une grande partie de Provence-Alpes-Côte d'Azur (30 mm à St-Auban, 10 à Toulon et rien à Nice) et les Alpes du nord (24 mm à Grenoble, 21 à Chambéry, 8 à Bourg-St-Maurice).



Fig. 4 - Record de foudroiement

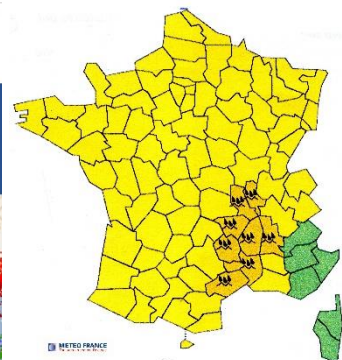


Fig. 5 - Carte de vigilance du 6 septembre

CONSÉQUENCES DES INTEMPÉRIES

Plusieurs cours d'eau ont connu des crues modérées : le Vidourle, les Gardons, l'Ardèche 1600 m³/s à Vallon) et le Furan, près de St-Etienne. Des routes et des voies ferrées (comme celle entre Nîmes et Alès) ont été inondées, de même que la ville de Cavaillon (50 cm d'eau dans les rues). Des campings ont été évacués, notamment en Ardèche. Les réseaux électriques et téléphoniques ont subi quelques perturbations. Heureusement, on n'a déploré ni mort, ni blessé. L'événement a été bien prévu par Météo-France qui avait publié dans l'après-midi du 6 septembre un bulletin de vigilance orange du Gard au Rhône (fig. 5 ▲) et même temporairement rouge pour l'Ardèche.

OCTOBRE 2023 EN FRANCE ET DANS LE MONDE

EN FRANCE

Le mois d'octobre a été paradoxal, à la fois très arrosé et très ensoleillé. Cette situation traduit un contraste remarquable entre une période anticyclonique, sèche et chaude durant les 17 premiers jours et une période fortement perturbée jusqu'en fin de mois. La température moyenne du mois (16,4°C) a été supérieure de 2,7°C à la normale 1991-2020, plaçant octobre 2023 au 2^{ème} rang des mois d'octobre les plus chauds depuis au moins le début du 20^{ème} siècle, derrière octobre 2022 (excédent de 3,5°C).

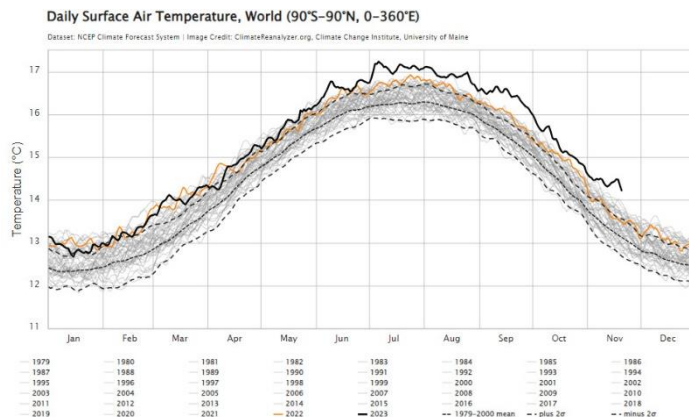
Les températures ont atteint des records : 34,3°C à Albi, 34,2°C à Auch, 33,9°C au Luc-en-Provence, 33,8°C à Mont-de-Marsan, 33,4°C à Biarritz et 33,2°C à Clermont-Ferrand. Les précipitations, absentes durant la première quinzaine, reviennent en force à partir du 17 octobre. La pluviométrie a été excédentaire de 40 % en moyenne sur l'Hexagone.

Les cumuls les plus copieux affichent 588 mm à La Souche (07), 469 à Barnas (07), 466 à Mayres (07), 414 à Villefort (48), 389 au col du Lioran (15), 364 à Montpezat (07), 358 à Prat-de-Bouc (15), 353 à Villar-Loubière (05), 350 à Isola 2000 (06), 330 à La Grand-Combe (30), 329 au Mont-Dore (63) et 319 à Evisa (Corse). En revanche, les cumuls sont bien modestes autour du Golfe du Lion (15 mm à Perpignan, 11 à Sète), sur l'est de la Corse (9 mm à Solenzara) et localement dans les vallées d'Auvergne (59 mm à Massiac, 40 à Clermont-Ferrand). La durée d'ensoleillement a été en moyenne supérieure de 22 % à la normale ; les valeurs extrêmes affichent 110 heures à Brest et 222 à Ajaccio.

DANS LE MONDE

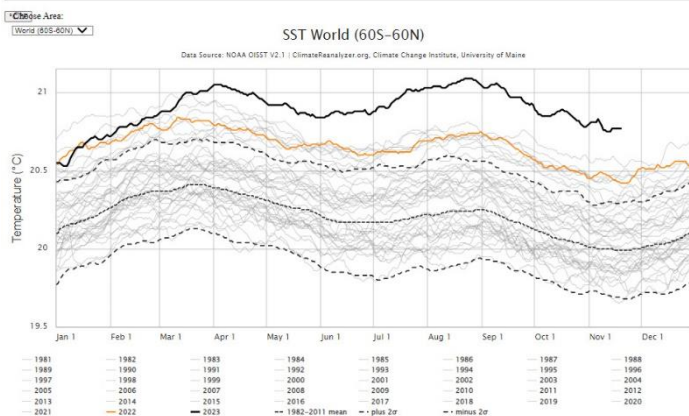
Selon Copernicus et la NOAA, octobre 2023 est le mois d'octobre le plus chaud de la période 1880-2023 avec une température moyenne de 15,38°C (0,85°C au-dessus de la moyenne 1991-2020 et 1,34°C au-dessus de la moyenne du 20^{ème} siècle) ; c'est le 5^{ème} mois consécutif avec une température moyenne record. La température moyenne

des 10 premiers mois de l'année 2023 est la plus élevée de la période 1880-2023. Selon Copernicus, l'année 2023 pourrait être l'année la plus chaude depuis 1850.



Température journalière mondiale de l'air

Daily Sea Surface Temperature



Température journalière mondiale des eaux marines

Guy BLANCHET

Météo et Climat

Appel à contributions pour *Météo et Climat Info*

Chers adhérents, chers lecteurs,

Lors de notre dernière enquête, nous avons reçu plusieurs propositions de sujets de votre part et certains ont d'ailleurs fait l'objet d'articles qui ont été publiés dans les numéros de *Météo et Climat Info* de 2023.

Pour rappel :

- "Quelques aspects du réchauffement climatique dans la région Auvergne-Rhône-Alpes" (Jean-Bernard Suchel, #95 Mars 2023)
- "L'indice UV, un outil de sensibilisation et d'adaptation" (Pierre Cesarini, #96 Mai 2023)
- "Adaptation du système électrique au changement climatique" (Sylvie Parey, #97 Juillet 2023)
- "CALIPSO, 17 ans en orbite pour l'étude des nuages et des aérosols" (Jacques Pelon #99 Novembre 2023)

Les colonnes de cette publication vous sont ouvertes pour 2024 et c'est avec grand intérêt que notre comité éditorial recevra vos propositions. Vous pouvez nous en faire part par e-mail à : info@meteoetclimat.fr

Les canicules marines : des épisodes extrêmes aux impacts inquiétants

Les canicules marines ont été sur le devant de la scène cet été, avec des records de températures enregistrés dans l'océan Atlantique Nord : les "vagues de chaleur" ou "canicules marines" sont des événements extrêmes, caractérisés par des températures de la mer très au-dessus des normales saisonnières (au-delà du 90^{ème} quantile) et des effets dramatiques sur les écosystèmes marins.

Elles peuvent durer de quelques jours à plusieurs mois, être localisées ou s'étendre sur des milliers de kilomètres, avec des anomalies pouvant atteindre plus de 6°C.

Les observations indiquent que la fréquence et l'intensité des canicules marines ont considérablement augmenté au cours du siècle dernier. Sous l'influence du changement climatique, les modèles prévoient des canicules globalement plus fréquentes, plus intenses et de plus longue durée dans les décennies à venir. Selon les scénarios les plus pessimistes, un état de canicule permanent pourrait même être atteint dans les océans tropicaux dès 2040 et dans plus de 90 % des océans à la fin du siècle. Les parts respectives de cette évolution liées d'une part au réchauffement lent des océans, et d'autre part à une augmentation des extrêmes, restent à quantifier.

Il est crucial, pour les territoires côtiers et insulaires, dépendant des ressources marines, de pouvoir anticiper les risques et de s'y préparer au mieux. Mercator Océan diffuse déjà des [bulletins de suivi](#). Mais il reste beaucoup à comprendre :

(i) sur la prévisibilité des canicules, qui dépend de leurs facteurs déclenchants, variés suivant les régions.

Par exemple, dans le Pacifique, les phénomènes climatiques El Niño/La Niña peuvent favoriser l'apparition de canicules étendues, et prévisibles plusieurs mois à l'avance ; mais d'autres épisodes liés à des phénomènes atmosphériques transitoires sont moins prévisibles

(ii) sur les risques associés, dont l'estimation nécessite une approche scientifique transdisciplinaire.

Pour le Pacifique sud, l'IRD, l'Ifremer et Météo-France ont lancé plusieurs projets : "HEAT" financé par le Fonds Pacifique ; "TIC-TAC", financé par le Parc Naturel Marin de la mer de Corail et l'IRD, qui assure un suivi des températures et de l'état de santé des récifs coralliens ; et enfin, "MaHeWa", actuellement en gestation et qui rassemble une équipe multi-instituts, transdisciplinaire, et qui visera

(i) à mieux comprendre les caractéristiques futures des canicules marines autour des territoires français d'Outre-Mer, jusqu'aux atolls et lagons ;

(ii) à identifier les zones à risques et refuges ;

(iii) à caractériser la thermotolérance des coraux et des principales espèces aquacoles ainsi que le risque de blooms toxiques et d'empoisonnement par la ciguatera ;

(iv) à évaluer les capacités d'adaptation des populations insulaires face à ces événements.

L'objectif final sera d'aider les gestionnaires de la santé et du milieu marin à mettre en place une politique de gestion de crise et d'adaptation à long terme.

Sophie CRAVATTE Institut de Recherche pour le Développement (IRD), laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS), **Fanny HOULBREQUE** IRD, laboratoire d'écologie marine tropicale des océans Pacifique et Indien (ENTROPIE), Nouméa, **Romain LE GENDRE** Ifremer, ENTROPIE, Nouméa

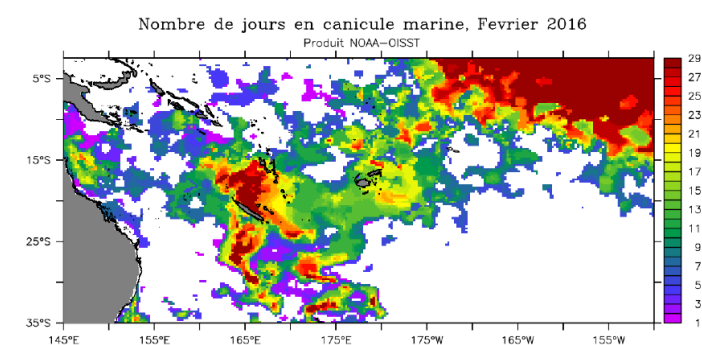


Fig.1 - Carte indiquant les zones de canicules de février 2016 dans le Pacifique Sud-Ouest @IRD S.Lal.

Le premier événement recensé en tant que tel a eu lieu en 2011 sur la côte ouest de l'Australie. De fortes températures avaient entraîné une destruction des habitats (herbiers, récifs coralliens) et avaient eu de graves répercussions sur l'aquaculture et la pêche. Depuis, des canicules marines ont été observées partout dans le monde. L'épisode le plus emblématique, "le Blob", a duré plusieurs mois en 2014-2016 dans le Pacifique Nord. Il a entraîné des blooms d'algues toxiques, et a impacté l'ensemble de la chaîne trophique, jusqu'aux oiseaux marins. En 2016 (fig.1 ▲), en Nouvelle-Calédonie, un blanchissement inédit des coraux, jusqu'alors remarquablement conservés, a été observé (fig.2 ▼).



Fig.2 - Blanchissement de coraux dans le lagon de Nouméa @IRD F. Benzoni @IRD F. Houlbreque



Montcavrel (Pas-de-Calais), le 10 novembre 2023.

LES INTÉRIÈRES DU DÉBUT DE L'AUTOMNE 2023

En France, le début de l'automne 2023 a été marqué par de violentes tempêtes et des pluies exceptionnelles.

Entre le 1^{er} et le 5 novembre 2023, la France a été touchée par 2 tempêtes successives, *Ciaran* et *Domingos*. Dans la nuit du 1^{er} au 2 novembre, *Ciaran*, qualifiée de "bombe météorologique" du fait de son creusement rapide (la pression tombe à 953 hPa à Plymouth en Angleterre et 956 à Cherbourg) ; elle provoque des vents tempétueux dans le Nord-ouest de la France, notamment en Bretagne et Normandie. Les plus fortes rafales atteignent 207 km/h à la Pointe du Raz, 195 à l'île de Batz, 193 à la Pointe-St-Mathieu, 190 à Brignogan, 185 à Ouessant, 175 à Bréhat, 171 à Granville, 170 à Lanvéoc, 168 à l'île de Groix, 166 à Ploumanach, 163 à Landivisiau, 158 à Lannion, 155 à Brest-Guipavas, 152 à Belle-Île et 147 à Lorient.

Les 4 et 5 novembre, c'est la tempête *Domingos* qui frappe la façade occidentale de la France du sud de la Bretagne au Pays basque. Elle est un peu moins violente, les plus fortes rafales atteignant 152 km/h au Cap-Ferret, 148 à l'île de Ré, 144 à Cognac, 138 à Rochefort, 136 à Niort, 129 à Poitiers, 125 à Belle-Île, 122 à Bordeaux et 121 à La Rochelle et Clermont-Ferrand et 109 à St-Nazaire.

Les intempéries ont occasionné la mort de trois personnes, dont un employé d'Enedis venu réparer les lignes le 4 novembre à Pont-Aven ; on a compté également une cinquantaine de blessés. Elles ont provoqué des inondations, des chutes d'arbre, des dégâts aux toitures, perturbé les transports et nécessité la fermeture de nombreux établissements scolaires. On a dénombré jusqu'à 1,2 M foyers privés d'électricité. Les assurances ont enregistré 517 sinistres (en Bretagne, Normandie, Hauts-de-France, Nouvelle-Aquitaine et Corse) qui ont généré des dégâts évalués à 1,3 milliards d'euros (dont 91 % concernent les logements des particuliers). Selon les assureurs, ces tempêtes se situent au 5^{ème} rang des tempêtes les plus dévastatrices ayant affecté la France (en tête, les tempêtes Lothar et Martin en 1999 dont les dégâts s'étaient élevés à l'équivalent de 13,8 Milliards d'euros et avaient provoqué la mort de 92 personnes).

Une troisième tempête, *Frédérico*, aborde l'ouest de la France le 16 novembre et traverse rapidement le pays.

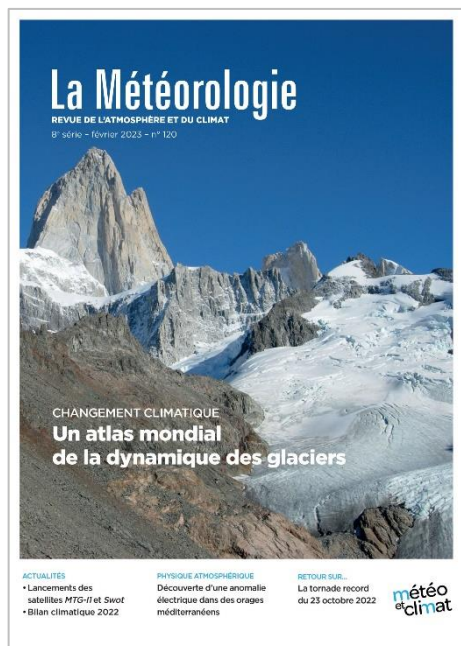
Les vents sont violents dans l'ouest : 137 km/h à la Pointe de Chemoulin (44), 142 à Belle-Île (54) et 127 à l'île de Groix (54) et en Auvergne (134 km/h à Prat-de-Bouc (15), 129 à Vernines (63), 126 à Clermont-Ferrand (63), 119 à Saugues (43). Les dégâts sont très importants surtout dans la capitale de l'Auvergne (toitures envolées, comme celle d'un lycée, arbres abattus, transports perturbés etc.) ; dans la région, on a compté jusqu'à 15 000 foyers privés d'électricité. Un peu plus tard, les vents sont tempétueux en Provence-Alpes-Côte d'Azur (141 km/h au Dramont, 122 à Caussols) et surtout en Corse (169 km/h au cap Sagro, 152 à Cagnano et 139 à l'Île-Rousse). Heureusement, il n'y a eu aucune victime...

Après une absence durant 25 jours, les pluies ont fait un grand retour à partir du 17 octobre ; elles n'ont guère cessé pendant plusieurs semaines. Du 17 octobre au 19 novembre, les cumuls ont atteint des valeurs exceptionnelles dans plusieurs régions. En Auvergne-Limousin : 906 mm au col du Lioran (15), 888 à Prat-de-Bouc (15), 785 au Mont-Dore (63), 532 à Millevaches (19), mais seulement 70 à Clermont-Ferrand ; dans les Alpes du nord : 749 à Vallorcine (74), 631 au Grand-Bornand (74), 630 à Châtel (74), 626 à Novel (74) ; dans le Jura : 690 à Mijoux (01), 492 à Pierrefontaine (25), 475 au Fied (39) ; dans les Vosges : 834 au lac Alfed (68), 791 au Ballon d'Alsace (90), 723 au Ballon de Servance (70), 716 à La Bresse (88), 645 à Gérardmer (88), mais seulement 128 à Colmar (68) ; dans les Cévennes : 698 à La Souche (07), 555 à Barnas (07), 543 à Mayres (07) et 491 à Villefort (48) ; dans le Pas-de-Calais : 569 à Bainghen, 460 à Nielles-lès-Bléquin, 451 à Boulogne ; en Corse : 606 à Vivario.

De nombreuses régions ont subi de très graves inondations, particulièrement le Pas-de-Calais pendant plusieurs semaines. 181 communes du Pas-de-Calais et 24 du Nord ont été reconnues en état de catastrophe naturelle.

Dans les Alpes, l'Arve a connu une crue intense et brutale les 14 et 15 novembre (débit de 1010 m³/s à Genève), conséquence de fortes pluies et de la fonte de la neige en altitude.

La revue *La Météorologie* évolue



La revue *La Météorologie* éditée par Météo et Climat a évolué de nombreuses fois depuis sa création en 1925. Ce fut le cas en 2020 avec le passage à une nouvelle plateforme, rendu nécessaire par l'arrêt programmé de la plateforme Inist du CNRS qui hébergeait la revue depuis 2008. Une étape importante de modernisation avait été franchie : visualisation du site adaptée à tous les appareils (smartphone, tablette, ordinateur), accès rapide et ergonomique, navigation facilitée avec moteur de recherche, répertoire, mots-clés et partages sur réseaux sociaux immédiats⁽¹⁾. Suite à la dernière

Assemblée générale de Météo et Climat le 23 mars dernier, un groupe de travail a été mis en place pour examiner deux points concernant la revue *La Météorologie*. Le premier concernait la prise en compte de l'arrêt de l'impression de la revue par Météo-France, compte tenu de la fermeture de son imprimerie prévue en mars 2024. Le second faisait suite à la proposition du comité de rédaction d'envisager un élargissement de l'accès ouvert à certains articles de la revue.

L'avancement de la fermeture de l'imprimerie à la fin du mois d'août 2023 a imposé au groupe de s'occuper en priorité de la question de l'impression et de la distribution de la version papier de la revue. Constatant que ces deux tâches ajouteraient environ 18 000 € par an aux 35 000 € du budget de la revue, le groupe s'est posé la question du passage au tout numérique. Toutefois un sondage auprès des lecteurs effectué en 2019 avait montré l'attachement à la revue papier puisque nombre d'entre eux affirmaient qu'ils étaient prêts à payer un supplément pour la conserver.

Cela a conduit le groupe à réfléchir à une solution permettant de tester le maintien de cette version papier. La solution trouvée part du constat que l'abonnement existant ne couvrait pas les coûts d'impression et de distribution qui étaient jusque-là pris en charge par Météo-France.

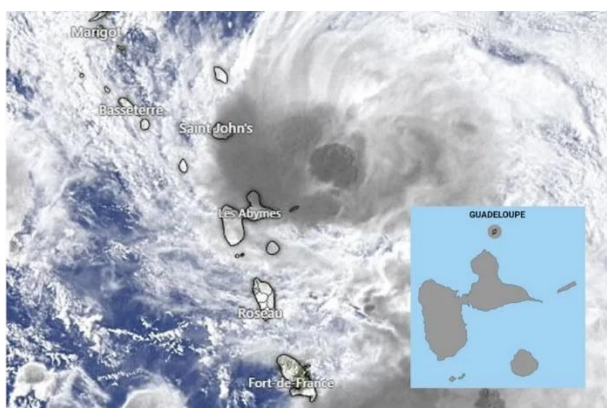
Il sera donc proposé aux abonnés qui souhaitent continuer à recevoir une version papier de souscrire un supplément pour cela. **Dans un premier temps, ce supplément est fixé à 30 € par an**, mais il pourra sans doute être réduit si la demande déposée par Météo et Climat auprès de la Commission Paritaire des Publications et Agences de Presse (CPPAP) pour bénéficier d'un tarif réduit en tant qu'association est approuvée. Cette option pour une version imprimée ne sera maintenue que si le nombre d'abonnés intéressés permet d'en couvrir les coûts.

Cette évolution a été adoptée par l'Assemblée générale extraordinaire qui s'est réunie le 30 novembre 2023 et sera mise en œuvre avec le numéro 124 qui sortira en février 2024. Le montant sera éventuellement revu dès que nous aurons reçu l'avis de la CPPAP. En ce qui concerne le numéro 123 de la revue publié mi-novembre, son impression et sa distribution ont été financées par Météo et Climat.

Le groupe de travail va poursuivre ses réflexions et consultations en 2024 concernant une autre évolution vers un accès partiellement ou totalement ouvert. Il envisagera également les améliorations à apporter à la version numérique de la revue.

Dominique MARBOUTY
Météo et Climat

EN BREF



L'ARC ANTILLAIS VISITÉ PAR L'OURAGAN TAMMY

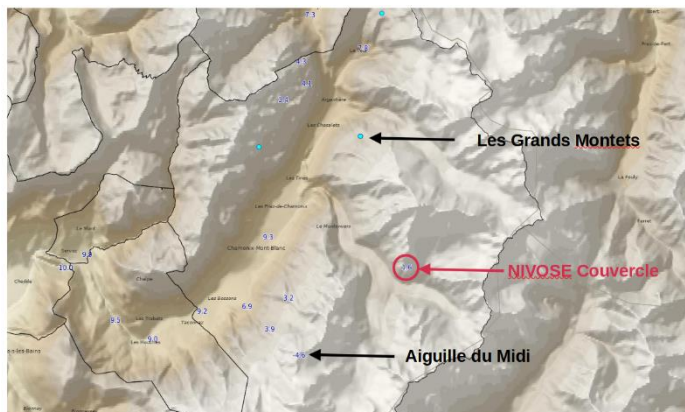
Du 20 au 23 octobre, les Petites Antilles ont été affectées par le passage de l'ouragan de catégorie 1 Tammy. Le centre du système a longé la partie orientale de l'arc antillais en touchant la Désirade et Barbuda le 21 octobre. Les rafales maximales ont avoisiné les 150 km/h, comme à la Désirade où la majeure partie de l'île a temporairement été privée d'électricité. Toutefois, ce sont surtout les pluies essuyées au passage et dans le sillage de Tammy qui ont provoqué des dommages, avec des cumuls souvent compris entre 100 et 200 mm.

Ces fortes pluies ont causé des inondations et glissements de terrain comme à la Dominique, sans toutefois faire de victimes. Tammy a atteint la catégorie 2 le 25 octobre à quelques 900 kilomètres au sud-est des Bermudes, avant de s'affaiblir et de se dissiper le 1^{er} novembre au centre de l'Atlantique tropical.

Damien ALTENDORF

(1) : pour en savoir plus, voir l'article "Un nouveau site web pour la revue *La Météorologie*". *La Météorologie* #111, 16-17, 2020

Améliorer la prévision du risque d'avalanches grâce à une nouvelle station NIVOSE dans le massif du Mont-Blanc



Observations présentes dans le Massif du Mont-Blanc

Le 5 septembre 2023, les équipes du Centre Montagne des Alpes du Nord (CMAN) et de la Direction des Systèmes d'Observation (DSO) de Météo-France ont installé une nouvelle station météorologique automatique de montagne (NIVOSE) sur un site à proximité du Refuge du Couvèrle dans le massif du Mont-Blanc à 2 760 m d'altitude (GPS : 45.909654 N ; 06.958858 E).

Météo-France, en tant qu'organisme d'État chargé de surveiller le manteau neigeux, produit une prévision du

risque d'avalanche reposant en grande partie sur des réseaux de mesures sur le terrain :

- d'une part le réseau nivo-météorologique (observations manuelles surtout dans des stations de ski) qui transmet des données une à deux fois par jour pendant la période d'ouverture des stations de ski ;
- d'autre part un réseau de stations météorologiques automatiques, qui transmettent des données toutes les heures et toute l'année. Ce réseau est en partie constitué des stations automatiques de montagne NIVOSE (cf. [Météo et Climat Info n°51, novembre 2015](#)).

Dans le massif du Mont-Blanc, avant cette installation, Météo-France ne disposait que du poste nivo-météorologique des Grands Montets, située à la périphérie du massif.

Chaque station NIVOSE est positionnée à 6 m de hauteur pour tenir compte de la présence d'un manteau neigeux potentiellement conséquent, et mesure plusieurs variables : la hauteur totale de neige, le vent (vitesse et direction), la température de l'air et l'humidité. Les données sont transmises par téléphonie mobile (3G) secourue par des communications satellites (Iridium).



Le choix du site s'est effectué selon les critères suivants : sa localisation à l'intérieur du massif du Mont-Blanc, hors glaciers et moraines instables, dans une zone peu avalancheuse, avec une ouverture vers le sud permettant de récupérer suffisamment d'énergie solaire en plein hiver, et proche d'un refuge permettant un repli du personnel de maintenance en cas de problème.

Côté technique, il a été nécessaire de sélectionner un procédé qui garantisse un ancrage du pylône fiable et durable adapté au site, tenant compte de la nature du sol, et du besoin d'accueillir sur les passerelles hautes du pylône, jusqu'à 3 personnes pour la maintenance (le pylône dans sa globalité avec le matériel de mesure pèse environ 700kg) : un massif béton de 1m3 avec cage de scellement intégrée a été mis en place.

Pour des raisons de sécurité, l'installation du pylône et de la station s'est déroulée une fois les dernières neiges fondues, par temps ensoleillé et sans vent. La transmission des données a pu être activée dès l'installation le 5 septembre.

Ce projet a mobilisé de nombreuses équipes : le CMAN, la DSO (service central et pôle d'Observation Territoriale de Grenoble), et le Centre d'Études de la Neige qui a apporté son expertise historique précieuse.

**Béatrice POUPONNEAU, Julien LARTIGUE,
Clément TESTA, Gilles BRUNOT**
Météo-France

La genèse du cyclone tropical Seroja et le rôle des ondes équatoriales

Au printemps 2021, le cyclone tropical Seroja a entraîné des dégâts et pertes humaines élevés en Indonésie et au Timor oriental. Une collaboration internationale de recherche a élucidé les mécanismes météorologiques à l'origine de cette formation de cyclone à proximité de l'équateur. Elle révèle, dans une étude parue dans *Nature Communications*, que les ondes atmosphériques tropicales ont joué un rôle important dans le développement de ce cyclone.

Qu'est-ce qui rend le cyclone tropical Seroja si particulier ?

La genèse du cyclone tropical Seroja s'est produite relativement près de l'équateur, dans une zone généralement dépourvue de cyclones. Les tempêtes tropicales se développent en effet habituellement au-dessus des océans entre 10° et 20° de latitude au nord ou au sud de l'équateur, là où la force de Coriolis est suffisamment forte pour permettre une intensification des tempêtes en cyclones tropical. Sur le continent maritime (l'ensemble d'îles d'Asie du Sud-Est entre le continent asiatique et l'Australie), les tempêtes tropicales se produisent principalement dans le sud-est de l'océan Indien, entre l'Indonésie et l'Australie. Cependant, le cyclone Seroja s'est formé dans les mers de Timor et de Savu, à proximité d'une masse continentale proche de l'équateur (6° sud). C'est cette proximité de l'équateur, combinée aux graves dégâts causés par le cyclone, qui a conféré son caractère unique au cyclone Seroja.

Quels éléments ont piloté la cyclogénèse ?

La cyclogénèse quasi-équatoriale inhabituelle à proximité d'une masse continentale était due à des conditions de "tempête parfaite": c'est notamment la conjonction simultanée de plusieurs systèmes météorologiques de grande taille, généralement connus sous le nom d'ondes équatoriales¹, qui a créé des conditions optimales pour le développement d'un système dépressionnaire en cyclone tropical.

La figure 1 ► représente la chronologie de la cyclogénèse avec le passage de chacune des ondes équatoriales impliquées. Le 28 mars 2021 correspond à un stade "PRE-SEROJA" : un intense système orageux associé à un pic de convection (CONV. BURST) se développe au-dessus des eaux Indonésiennes anormalement chaudes (SST MAX). Ce système se déplace vers l'ouest et arrive sur le Timor le 2 avril au moment où trois ondes équatoriales se croisent : une onde de Rossby équatoriale (ER) se déplaçant vers l'ouest, permettant à une forte circulation cyclonique de se renforcer ; et deux autres ondes se propageant vers l'est qui favorisent une forte intensification du système orageux (Onde de Kelvin, KW#1, et l'Oscillation de Madden-Julian, MJO). Le système orageux en est alors au stade de tempête tropicale (TROP. LOW). Dans la nuit du 3 au 4 avril, la tempête tropicale connaît une très forte intensification suite aux effets combinés d'une deuxième onde de Kelvin (KW#2) et de l'onde ER déjà sur place.

La tempête tropicale passe au stade de cyclone tropical SEROJA. L'étude montre que le caractère exceptionnel de cette genèse vient d'une part de l'occurrence de plusieurs ondes au même moment sur l'Indonésie, une situation

relativement peu fréquente (1 fois/an en moyenne), mais surtout de leur intensité hors du commun, observée en moyenne moins d'une fois tous les 10 ans dans cette région.

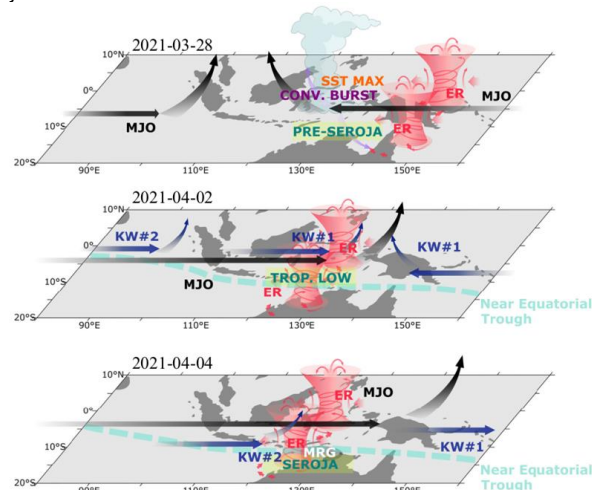


Fig. 1 : Diagramme conceptuel des moteurs météorologiques amenant à la genèse du cyclone tropical Seroja à trois instants décisifs de la genèse (vert) : Stade Pre Seroja de naissance du système orageux initial (CONV. BURST), Stade de tempête tropicale (TROP. LOW) : formation d'un système dépressionnaire à fort tourbillon, et Stade de cyclone tropical (SEROJA) : Baptême de la tempête tropicale en cyclone tropical du fait de forts vents de surface associés au tourbillon. Les flèches et couleurs représentent les ondes équatoriales impliquées dans la genèse : Deux ondes de Kelvin successives (bleu, KW#1 et KW#2) et l'Oscillation de Madden-Julian (noir) MJO ont modulé les vents le long de l'équateur. Une onde de Rossby équatoriale (rouge, ER) renforce la circulation cyclonique à son passage.

Quelles conséquences ?

Le cyclone a déclenché des conditions météorologiques extrêmes, qui ont entraîné des crues soudaines et des glissements de terrain dans de nombreux endroits de la région. Les résultats de l'étude fournissent des outils pour une meilleure prévision des cyclones tropicaux, y compris les rares événements s'initiant à proximité de l'équateur, grâce à la surveillance et la prévision de systèmes météorologiques comme les ondes tropicales. En ce qui concerne l'évolution climatique, de nombreuses recherches ont été menées sur les cyclones tropicaux mais relativement peu ont ciblé le lien avec les ondes tropicales. Les présents travaux offrent des perspectives méthodologiques pour l'étude de l'évolution des ondes tropicales et leurs effets dans le contexte du changement climatique.

Philippe PEYRILLÉ

Centre National de Recherches Météorologiques,
Université de Toulouse, Météo-France, CNRS, Toulouse

Pour en savoir plus : B. Latos et collaborateurs (2023): "The role of tropical waves in the genesis of Tropical Cyclone Seroja in the Maritime Continent", <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36498-w> (article complet en accès libre)

Cette recherche collaborative a été financée par le Centre national des sciences de Pologne (programmes OPUS et PRELUDIUM), Office of Naval Research (USA), Naval Research Laboratory (USA), l'Agence de météorologie, de climatologie et de géophysique de la République d'Indonésie (Indonésie) et Conseil national de la recherche environnementale (Royaume-Uni) et le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM, France).



IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE COÛT DES CATASTROPHES NATURELLES À HORIZON 2050

La 3^{ème} édition d'une étude conduite par la Caisse centrale de réassurance (CCR) en partenariat avec Météo-France, montre une augmentation significative des coûts liés au réchauffement climatique, et rappelle une nouvelle fois l'importance de la modélisation pour accompagner les territoires dans la prévention et leur adaptation face aux risques climatiques. Avec un coût pour l'année 2022 estimé à près de 3,5 milliards d'euros et une première estimation pour l'année 2023 de l'ordre de 900 millions d'euros, la sécheresse des sols apparaît comme le péril le plus préoccupant compte-tenu du montant des dommages qu'elle engendre et de leur forte évolution à horizon futur. La CCR estime que la sinistralité au titre des périls couverts par le régime Cat Nat (inondation, sécheresse, submersion marine, vents cycloniques, tremblement de terre) devrait augmenter d'environ 40 % à horizon 2050 sous l'effet du changement climatique et 60 % d'extension du périmètre des risques encourus.

+ d'infos : <https://urlz.fr/oBON>

DIMINUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE EN EUROPE EN 2022

Les émissions de gaz à effet de serre y ont en effet diminué de 2 % par rapport aux niveaux de 2021, selon les estimations du dernier rapport de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE)

publié le 24 octobre. Le rapport souligne toutefois qu'il est urgent d'accélérer les actions pour atteindre les objectifs ambitieux de l'UE en matière de climat et d'énergie.

+ d'infos : <https://urlz.fr/oBOM>

RÉVISER LES PROJECTIONS SUR L'ASSÈCHEMENT DES CONTINENTS À LA HAUSSE

Le changement climatique se manifeste, entre autres, via un assèchement des continents sous l'effet d'une demande évaporative croissante. Cette menace doit être quantifiée pour pouvoir dimensionner les mesures d'adaptation (secteurs agricole et forestier, lutte contre les incendies) et évaluer la faisabilité de certaines mesures d'atténuation. C'est l'objet d'une étude d'une équipe du CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse), qui indique que la moyenne globale de l'assèchement projeté au cours du 21^{ème} siècle doit être revue à la hausse. Basée sur deux générations de modèles et sur des mesures *in situ* disponibles depuis 1973, l'étude souligne que cette sous-estimation concerne notamment les moyennes latitudes de l'hémisphère nord, particulièrement en été, et que l'assèchement observé est bien d'origine anthropique. Les modèles qui reproduisent le mieux les tendances observées projettent un réchauffement et un assèchement plus marqués que la moyenne des modèles jusqu'à la fin du 21^e siècle, et ce quel que soit le scénario d'émissions envisagé.

+ d'infos : <https://urlz.fr/oBM7>

Nos manifestations

Tournée du Climat et de la Biodiversité

Novembre 2023 | Saint-Denis, Nantes, Brest



Inaugurée le 20 novembre à Saint-Denis en présence du Maire, Mathieu HANOTIN et de Jean JOUZEL, l'exposition a ensuite été accueillie à Nantes (les 23 et 24) puis à Brest (du 26 au 28).

Au total, plus d'une vingtaine de scientifiques "Messagers du Climat et de la Biodiversité" se sont mobilisés pour accompagner les visites et échanger avec le public et les scolaires.

En marge de l'exposition, une programmation "Hors les murs" a été proposée dans les trois villes, à travers des projections-débats, des ateliers ludiques et des conférences.

La Tournée se poursuit en 2024 avec 9 villes-étapes prévues, notamment Lille, Bordeaux et Dijon.

+ d'infos : <https://tourneeclimatbiodiversite.fr>

Remise du Prix Prudhomme 2023

17 janvier 2024 | CIC de Météo-France, Toulouse

Le prix André Prudhomme sera remis à la lauréate de l'édition 2023, Albane Barbero dans le cadre des Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère du CNRM.

À cette occasion, Albane présentera l'essentiel de ses travaux à travers un exposé intitulé "Chimie atmosphérique en région polaire".

La Météorologie



Sommaire n°123 - Nov. 2023

LA VIE DE MÉTÉO ET CLIMAT

■ Forum international de la Météo et du Climat : une 20^e édition couronnée de succès

ARTICLES

■ Les usagers professionnels des prévisions météorologiques probabilistes : des rapports à l'incertitude variés (E. BRETON)

■ Les courants-jets sous-marins : enjeux climatiques et défis scientifiques (A. DELPECH.) Prix A. Prudhomme 2022

■ Retour d'expérience de l'inondation de Gaklé (Extrême-Nord Cameroun) du 24 au 25 juillet 2018 (L. BOUBA)

■ Concordia : une station scientifique dans le froid extrême de l'Antarctique (P. RICAUD, A. SONNEVILLE)

LE TEMPS DES ÉCRIVAINS

LU POUR VOUS

VIENT DE PARAÎTRE

SAISON CYCLONIQUE

LES PHOTOS DU MOIS

RÉSUMÉS CLIMATIQUES

ANNONCES

**6 déc.
2023**

Colloque de l'ANR
Espace Diderot | Paris 12^e

L'ANR, la FRB et l'alliance Allenvi organisent le colloque "15 ans de recherches en biodiversité : bilan des financements et perspectives". Au programme : présentation de projets, tables-rondes et moments d'échanges entre participants et intervenants.

+ d'info : <https://urlz.fr/oCOA>

**14 déc.
2023**

4^e Forum de l'Intelligence artificielle
Maison de la Chimie | Paris 7^e

Autour du thème "IA générative : l'ère de l'entreprise intelligente ?", cet événement rassemblera des acteurs politiques, économiques, scientifiques et institutionnels. À l'ère de l'intelligence artificielle générative et de l'entreprise intelligente, différentes thématiques seront abordées, notamment l'impact de l'IA générative sur l'emploi et l'environnement, les implications de l'IA générative sur le développement économique de la France et de l'Europe ou encore les stratégies pour façonner le futur des entreprises et des institutions.

+ d'info : <https://urlz.fr/oDbO>