

ENTRETIEN



Gerhard ADRIAN

Président du service météorologique allemand (Deutscher Wetterdienst)

Vous avez été président de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) de 2019 à 2023, quelles ont été vos premières impressions ?

En fait le début de mon mandat s'est révélé compliqué car, dès la première année, nous nous sommes heurtés à la pandémie. En revanche le point positif est que nous avons eu immédiatement beaucoup plus de participants. En particulier nous avons eu 700 personnes qui ont suivi le Conseil exécutif, là où il n'y avait auparavant que quelques dizaines d'observateurs qui suivaient les travaux des 37 membres.

Et quels ont été les principaux développements de l'OMM pendant votre mandat ?

Un **premier développement** concernant la gouvernance de l'OMM faisait suite à une décision du congrès de 2019 de fusionner les 8 commissions techniques de l'OMM en seulement 2 commissions. Cette évolution importante s'est faite en douceur et s'est révélée très bénéfique.

Un **second développement** majeur a été l'adoption de la politique de données unifiée de l'OMM. Celle-ci remplace maintenant la célèbre résolution 40 et les nombreuses décisions ultérieures concernant les données. La grande innovation est l'approche dynamique qui a été décidée et permet aux commissions techniques de mettre cette liste à jour de façon continue.

Le résultat est que de nouvelles données sont régulièrement ajoutées, en particulier dans de nouveaux domaines comme le climat, l'hydrologie ou la cryosphère, dans le cadre du nouveau Global Basic Observing Network (GBON). Une retombée très intéressante est que ce développement a encouragé les banques de développement à travailler avec l'OMM pour contribuer au développement du GBON dans les pays les moins développés.

Le **troisième développement** à signaler concerne l'intégration de l'hydrologie opérationnelle dans les activités de l'OMM. Cette responsabilité est inscrite dans les statuts de l'OMM mais n'avait pas encore été vraiment mise en œuvre.

Pourquoi avez-vous eu un congrès extraordinaire en 2021 ?

Cela faisait partie de la réforme de la gouvernance décidée en 2019. Le congrès ordinaire quadriennal est saturé par l'ensemble des tâches réglementaires.

D'où l'idée d'organiser un congrès intermédiaire, uniquement consacré à des discussions sur des sujets spéciaux identifiés : politique de données, GBON et hydrologie, qu'il a permis de bien avancer. Il s'est déroulé en visioconférence avec plus de 160 délégations et ceci sera dorénavant la norme pour l'ensemble des réunions de l'OMM de ne faire de réunions en présentiel qu'une fois tous les 4 ans.

Et quels seront les nouveaux développements importants attendus de l'OMM pour les années à venir ?

En premier lieu, le congrès s'est engagé dans l'initiative *Early warning for all* lancée par le Secrétaire général des Nations Unies, António Guterres. Celle-ci concerne largement l'OMM et vise à traiter les impacts des événements météorologiques, hydrologiques et climatiques d'ici 2027. Cela suppose de faire travailler ensemble de nombreuses institutions et communautés nationales et internationales et va constituer un réel défi.

Par ailleurs, le congrès a également décidé que l'OMM mette en place une coordination et une harmonisation de l'ensemble des mécanismes existants dans le domaine de la surveillance des gaz à effet de serre (mesures, sources, puits, modélisation, etc). Cette initiative dénommée "Green House Gases Watch" est aussi un sérieux challenge capital dans le cadre du changement climatique.

Et pour finir, une possible révolution dans le domaine de la prévision numérique est en cours avec le développement de nouvelles techniques très disruptives basées sur l'apprentissage profond. La conséquence pour l'OMM est que de nouveaux acteurs s'intéressent à son activité, les GAFAs, ce qui peut aussi être un sujet.

Propos recueillis par **Dominique MARBOUTY** Météo et Climat

Météo et Climat Info n°97 – Juillet 2023

73, avenue de Paris 94165 Saint-Mandé cedex

Tél: 01 49 57 18 79

info@meteoetclimat.fr www.meteoetclimat.fr

[@MeteoClimat](https://twitter.com/MeteoClimat) [Facebook](https://www.facebook.com/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),

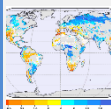
Françoise VIMEUX (IRD, HSM-LSCE)



p.2

COUP DE PHARE

Adaptation du système électrique



p.3

FOCUS

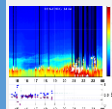
Changement climatique & nappes d'eau souterraines



p.4

CHRONIQUE

La vague orageuse du 4 au 7 juillet 2001 sur la France



p.5

FOCUS

MAP-IO, une nouvelle plateforme mobile d'observation atmosphérique



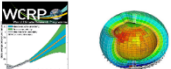
p.7

FOCUS

Accélérer la simulation des tempêtes grâce aux GPU

COUP DE PHARE

Adaptation du système électrique au changement climatique

Données	Outils et méthodes	Expertise
- Observations - Données climatiques passées - Projections climatiques futures 	Traduire l'information grande échelle en un résultat local et des études d'impacts 	- Contributions académiques - Connaissances des infrastructures EDF - Usage pertinent des données climatiques - CERFACS, Météo-France, IPSL, BRGM, CEREMA, INRAE, IFREMER, ... 

Le service climatique d'EDF

Le système électrique est exposé aux conditions météorologiques sur l'ensemble de ses composantes : la production dépend de l'hydraulique, du vent ou du rayonnement pour les renouvelables et le circuit de refroidissement des centrales thermiques est alimenté par l'eau de mer ou de rivière, ou par l'air ; la demande en électricité est fortement influencée par la température ; les réseaux de transport et de distribution sont soumis aux aléas météorologiques. La gestion des risques climatiques est donc inhérente au dimensionnement du système électrique, et elle a été prise en compte dès la conception sur la base de référentiels climatiques issus de l'observation historique. Le changement climatique nécessite donc de réinterroger ces référentiels et d'adapter le système aux évolutions en cours et à venir. Ainsi, EDF s'engage dans le cadre de sa politique de responsabilité sociétale à ce que toutes les entités du Groupe les plus exposées aux conséquences physiques du changement climatique élaborent un plan d'adaptation à ce changement et le mettent à jour *a minima* tous les 5 ans.

La définition du plan d'adaptation passe par une évaluation des impacts attendus à différents horizons temporels selon les entités et la durée d'exploitation puis démantèlement de leurs installations. Il s'agit d'analyser les évolutions des caractéristiques des variables (moyenne, variabilité) et des aléas (fréquence, intensité) auxquels les installations sont sensibles, en s'appuyant sur les projections climatiques. Des études d'impact sont commanditées par différentes entités à la Recherche/Développement (R&D) et aux ingénieries d'EDF. De façon à assurer la cohérence entre ces études, EDF/R&D a décidé en 2014 de créer un service climatique interne dont l'objectif est de constituer une interface entre la communauté scientifique, pourvoyeuse de connaissances et de projections climatiques, et les besoins internes de l'entreprise, en rassemblant des données, des outils et de l'expertise. Une étude demandée au CERFACS, dont EDF est l'un des associés, a permis de mettre à jour la base de projections climatiques en sélectionnant un sous-ensemble d'une vingtaine de modèles représentatif de l'ensemble

complet de modèles climatiques ayant contribué à l'exercice CMIP6⁽¹⁾ en appui au 6^{ème} rapport du GIEC, en retenant quatre scénarios : SSP1-2.6 (développement durable, respect de la cible de +2°C en fin de siècle par rapport au préindustriel), SSP2-4.5 (poursuite d'un développement moins intensif en ressources et en énergie), SSP3-7.0 (poursuite du développement actuel avec fortes rivalités et faible prise en compte de l'environnement) et SSP5-8.5 (développement conventionnel basé sur les énergies fossiles). Cette base est partagée dans l'entreprise, et chaque responsable d'étude d'impact peut, selon ses contraintes, baser ses analyses sur l'ensemble complet de projections ou procéder à sa propre sous-sélection dans cet ensemble. Mais l'engagement d'EDF dans l'adaptation n'a pas attendu 2014, comme l'illustrent les deux exemples qui suivent.

Du fait de l'importance de l'eau pour la production centralisée (nucléaire et hydraulique), EDF a développé de longue date une capacité de recherche interne et partenariale reconnue sur la modélisation et la prévision de la ressource en eau, mais aussi en sédimentologie, en écologie aquatique, en microbiologie, en hydrogéologie, en chimie environnementale et en écotoxicologie. Le programme partenarial "thermie-hydrobiologie" lancé en 2008 a montré, en s'appuyant sur de longues séries de suivis hydrobiologiques en amont et en aval des centrales, que les rejets thermiques ont une influence limitée et localisée, inférieure aux évolutions significatives des peuplements aquatiques des fleuves français sur le long-terme en relation avec l'évolution des principaux paramètres du milieu, en particulier l'augmentation progressive de la température liée au changement climatique⁽²⁾. Ce programme sera poursuivi sur la période 2023-2027 pour approfondir la compréhension de l'évolution des écosystèmes et adapter si nécessaire la gestion des ouvrages.

Suite à la canicule de 2003, grâce à l'engagement précoce de la R&D d'EDF sur le thème du climat, un plan "Grands Chauds" a été mis en place afin d'adapter le parc de production nucléaire. Grâce aux investissements effectués, la production n'a pas été fortement impactée lors de l'été 2022 exceptionnellement chaud et sec. Par ailleurs, les centrales en cours de construction ont toutes été dimensionnées en intégrant les scénarios climatiques les plus récents. Pour aller plus loin et prendre en compte la dimension systémique, le Groupe EDF a lancé le programme ADAPT destiné à maintenir la résilience du parc de production nucléaire et thermique au changement climatique.

Sylvie PAREY
EDF / R&D

(1) Coupled Model Intercomparison Project (6^{ème} exercice)

(2) Maire A., Thierry E., Viechtbauer W., Daufresne M. (2019) Poleward shift in large-river fish communities detected with a novel meta-analysis framework. *Freshwater Biology* 64: 1143–1156.

FOCUS

Impact du changement climatique sur le niveau des nappes d'eau souterraines dans les principaux bassins aquifères du monde en 2100

Seules 30 % des réserves d'eau douce de la planète sont accessibles, les 70 % restant sont sous forme de glace dans les calottes. Cette eau douce exploitable est principalement composée d'eaux souterraines contenues dans les aquifères (29 %), loin devant les eaux de surfaces (1 %) formant les rivières, les lacs, ou les zones humides. Comprendre l'impact du changement climatique à venir sur les eaux souterraines est donc essentiel pour améliorer les plans d'adaptation de la gestion de la ressource en eau à l'échelle mondiale.

Dans une nouvelle étude réalisée au Centre National de Recherches Météorologiques (Météo-France, CNRS), une équipe de recherche a analysé l'évolution climatique à l'horizon 2100 du niveau des nappes d'eaux souterraines dans les 218 principaux bassins aquifères non-confinés du monde, en suivant les derniers scénarios de changement climatique utilisés par le GIEC.

Cette étude a été réalisée avec les deux modèles de climat du CNRM (CNRM-CM6-1 et CNRM-ESM2-1), capables de représenter les rétroactions entre le climat, le changement d'utilisation des terres et les processus liés aux eaux souterraines, mais pas les prélèvements anthropiques. Selon le scénario considéré, les modèles simulent une hausse du niveau des nappes d'eau souterraines à la fin du 21^{ème} siècle sur 33 % à 42 % des régions couvertes par les principaux bassins aquifères du monde, et une baisse du niveau de ces nappes sur 26 % à 37 % des régions concernées. Ces estimations sont ensuite croisées avec des projections de densité de population afin de tenir compte des possibles effets liés aux prélèvements par les activités humaines. Nous estimons alors que 31 % à 43 % de la population mondiale en 2100 pourrait être affectée par ces modifications du niveau des nappes. La majorité (29 % à 40 % de la population mondiale) serait alors plus fréquemment confrontée à des problèmes de pénurie d'eau, liés à l'évolution du climat et/ou de la consommation d'eau par les activités humaines, alors que seulement 1.7 % à 2.2 % de la population mondiale verrait sa ressource en eau augmenter, mais avec un risque accru d'inondations.

👉 Référence de l'étude : Costantini, M., Colin, J., & Decharme, B. (2023). Projected climate-driven changes of water table depth in the world's major groundwater basins. *Earth's Future*, 11, e2022EF003068.
<https://doi.org/10.1029/2022EF003068>

**Maya COSTANTINI,
Jeanne COLIN et
Bertrand DECHARME**
CNRM, Météo-France - CNRS

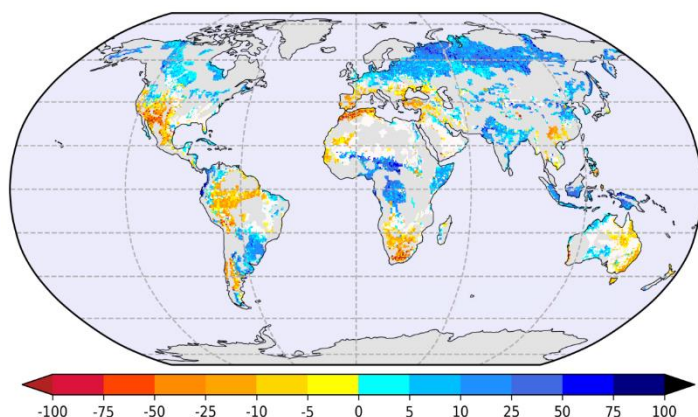


Figure : Changements simulés de la profondeur des nappes d'eau souterraines (en %) entre la période historique (1985-2014) et la fin du 21^{ème} siècle (2071-2100) dans le scénario SSP370 mis en place pour le 6^e rapport du GIEC. Les régions bleues et rouges correspondent à une hausse ou une baisse du niveau des nappes, respectivement. Les régions blanches correspondent aux zones où les changements simulés ne sont pas statistiquement significatifs à un niveau de confiance de 95 %. Ces estimations ne prennent en compte que les facteurs climatiques, l'impact des prélèvements anthropiques sont discutés dans l'étude.

EN BREF

LA MÉTÉO DES FORÊTS, QU'EST-CE QUE C'EST ?

La "Météo des forêts" est conçue pour informer et sensibiliser le public au risque de feux de forêts et de végétation. Elle indique le niveau de danger de feu par département sur l'Hexagone et la Corse pour les deux prochains jours chaque jour à 17h, sous la forme de deux cartes (la première pour le lendemain, la seconde pour le surlendemain).

La Météo des forêts relaie les messages de prévention visant à limiter les départs de feux établis par le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires.

La Météo des forêts est disponible sur meteofrance.com et l'application mobile de Météo-France. Elle pourra également être relayée par les médias.

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

UN RAPPORT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES SUR LES FORÊTS FRANÇAISES

Les forêts françaises occupent plus de 30 % du territoire métropolitain. En piégeant le CO₂ atmosphérique, elles contribuent de manière décisive à la lutte contre le réchauffement climatique. Dans un rapport consacré aux forêts françaises face au changement climatique, l'Académie des sciences dresse un état des lieux des forêts françaises qui met notamment en évidence la diminution du puits de carbone forestier depuis une dizaine d'années. Elle formule également des recommandations pour la recherche, la gestion forestière, la filière bois et les politiques publiques.

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

LA CHRONIQUE DE GUY BLANCHET

La vague orageuse du 4 au 7 juillet 2001 sur la France

Du 4 au 7 Juillet 2001, de violents orages traversent la France du sud-ouest au nord-est, générant inondations, coulées de boue et malheureusement un drame à Strasbourg.

ÉVOLUTION JOURNALIÈRE

Dans la nuit du 3 au 4 juillet, des orages éclatent sur les Hautes-Pyrénées, accompagnés d'intenses précipitations. Rapidement, les cours d'eau des vallées d'Aure et du Louron sont en crue ; des campings sont évacués, sept centrales EDF sur 8 sont arrêtées. Les orages gagnent rapidement la Dordogne, le Lot, la Corrèze, la Haute-Vienne et la Creuse. Les cumuls de précipitations atteignent 172 mm à Oo (31), 158 à Genos-Tramezaigues (65), 150 à Gavarnie (65), 141 à Aragnouet (65), 138 à Tulle (19), 128 à Branceilles (19), 119 à Naves (19), 46), 113 à Catus (46), 103 à Gourdon (46). Une partie de Terrasson (24) est évacuée.

Le 5, l'activité de la perturbation est renforcée du Périgord aux Ardennes, notamment sur la Corrèze où l'on relève 115 mm à Argentat, 113 à St-Privat, 111 à Egletons, 107 à Chamberet et 101 à Brive.

La journée du 6 est la plus agitée et la plus arrosée ; les régions les plus touchées sont l'Île-de-France, la Somme, le Nord-Pas-de-Calais et le Nord-est de la France. Dans la région parisienne, on relève 125 mm à Vanves, 121 à Bagneux, 110 à Auteuil, 104 à Paris-Montsouris (dont 50,2 mm en 2 heures et 33,3 en une heure), 103 à Versailles, 96 à Villejuif, 86 à Suresnes, 78 à Villacoublay, 64 à Orly et 56 au Bourget ; des stations de métro sont inondées et l'on note de nombreuses coupures d'électricité. On relève aussi 129 mm à Lassigny (60), 117 mm à Godenvillers (60), 101 à Rouvroy-en-Santerre (80), mais 194 mm entre 23h30 le 6 et 11h42 le 7... De multiples inondations et coulées de boue se produisent ; des chutes de grêle ont lieu notamment dans le Morvan.

Le 7, on note encore des orages du nord aux Alpes dans la matinée et des pluies de l'Aquitaine au Nord-est dans l'après-midi. Au total, l'épisode a donné souvent plus de 150 mm, la palme appartenant probablement à Tulle avec 243 mm.

SITUATION SYNOPTIQUE

La figure 1 ▼ montre l'évolution de la situation synoptique au cours de l'épisode. En surface, une dépression peu profonde (de l'ordre de 1010 hPa) et peu mobile est installée sur la France avec un système complexe de fronts. En altitude (500 hPa), succédant à un thalweg axé de l'Islande au sud-ouest de l'Irlande le 3 juillet, une goutte froide se situe sur le Golfe de Gascogne jusqu'au 6 juillet, générant un flux rapide de sud à sud-ouest sur la France ; le 7, la goutte froide s'est déplacée au-dessus de la Belgique, alors que le flux s'oriente à l'ouest sur la France.

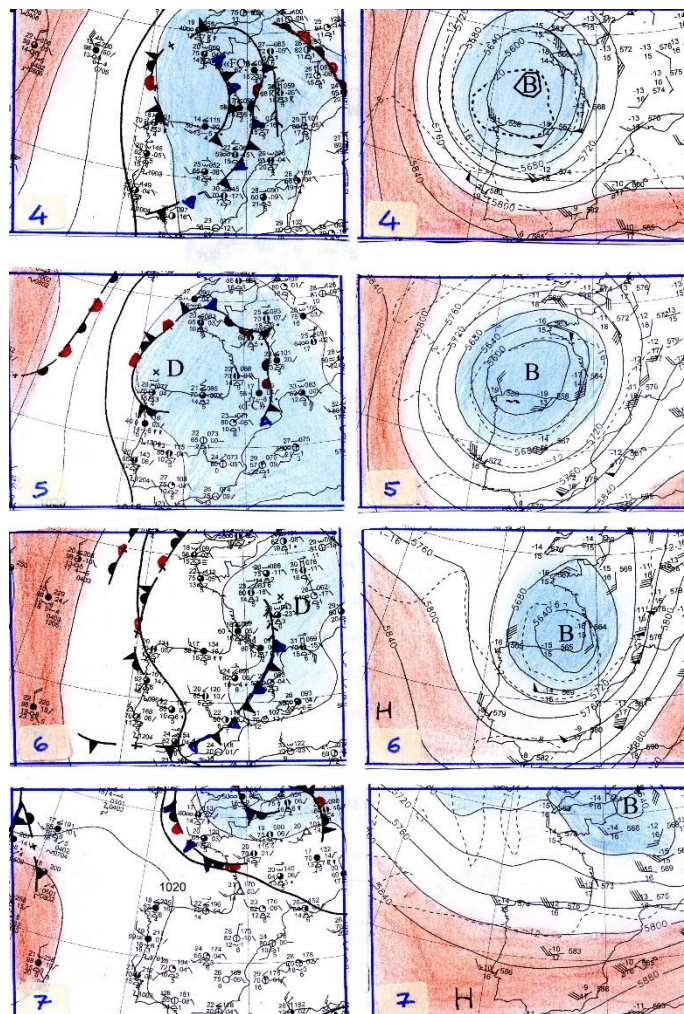


Fig. 1 - Situation en surface et à 500 hPa du 4 au 7 juillet 2001



La soirée du 6 juillet est malheureusement endeuillée par une catastrophe à Strasbourg. Les intempéries interrompent un concert dans le Parc du château de Pourtalès ; 120 spectateurs vont se réfugier sous une tente dressée sous des arbres. Une violente rafale déracine un platane de 40 mètres de haut et pesant 70 tonnes et s'abat sur la tente (photo ▲). Le bilan est terrible : 13 morts dont 2 enfants et 83 blessés. Une station située à 5 km du lieu de la catastrophe a relevé une vitesse maximale de 93,6 km/h ; ailleurs, on a enregistré des rafales de 119 km/h à Colmar, 115 à Sélestat, 112 à Dijon, 104 à Belle-Île, 101 à Bâle-Mulhouse, 97 à Strasbourg-Entzheim et Ouessant, 94 à Luxeuil et Dunkerque.

Guy BLANCHET
Météo et Climat

FOCUS

MAP-IO, une nouvelle plate-forme mobile d'observation atmosphérique et de biologie marine sur le Marion Dufresne

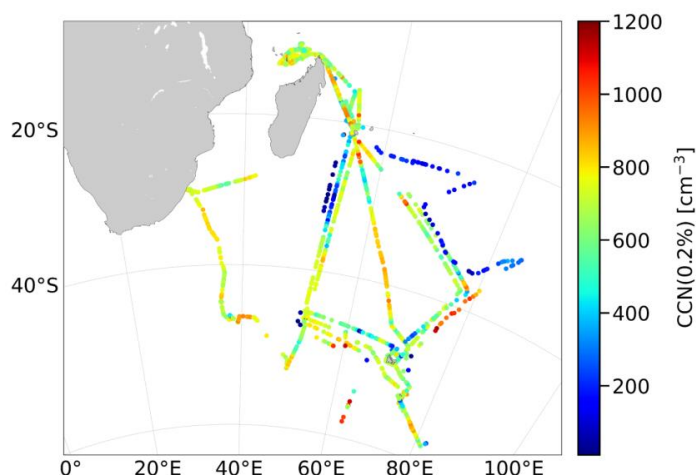


Fig.1 - Illustration des mesures MAP-IO en observation de routine. Nombre de noyaux de condensation nuageux mesuré à la sursaturation 0.2% et à 22 m au-dessus de la surface (source LAERO). La variabilité et la plage de concentration observée située entre 100 cm⁻³ (atmosphère propre) et 1200 cm⁻³ (atmosphère plus polluée) témoigne de l'importance de leur prise en compte dans les paramétrisations de nuage par les modèles de prévision numérique du temps ou de climat. Les trajectoires du navire ont été légèrement décalées pour éviter la superposition des points.

En raison de son accès difficile, l'océan Austral (au sud de 35°S) est probablement l'un des océans les moins étudiés au monde. On estime actuellement que 40 à 50 % de l'absorption mondiale de CO₂ atmosphérique par les océans se produit dans l'océan Austral. Cependant, le manque de connaissances sur la distribution du phytoplancton dans l'océan Austral rend difficile l'estimation de la pompe biologique et son impact sur les niveaux trophiques supérieurs.

Les interactions vent-vagues, leur rétroaction sur les échanges turbulents, sont encore très mal connues dès lors que les vitesses de vent dépassent 25 m/s. La formation et les propriétés des aérosols marins sont également mal comprises et paramétrées dans les modèles météorologiques, en particulier dans les zones où la production de matière organique par le phytoplancton est importante.

Les océans Indien et Austral sont également cruciaux pour étudier l'évolution de l'ozone stratosphérique. Plusieurs modèles de chimie-climat prédisent que sous l'effet du changement climatique, la récupération initialement prévue de l'ozone au-dessus de l'Antarctique sera limitée et conduira à une baisse sensible d'ozone stratosphérique aux tropiques.

Le programme MAP-IO (Marion Dufresne Atmospheric Program - Indian Ocean) vise à pallier le manque d'observations dans cette région du globe en équipant le navire Marion Dufresne d'un ensemble de 18 instruments in-situ et de télédétection pour l'étude de l'atmosphère et de la biologie marine. MAP-IO tire profit des campagnes scientifiques en mer planifiées par la flotte océanographique

française en explorant différentes zones océaniques peu documentées et en complétant les moyens d'observation des programmes opérationnels par des mesures additionnelles. MAP-IO bénéficie également des 4 rotations annuelles des Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF) vers les îles Australes.

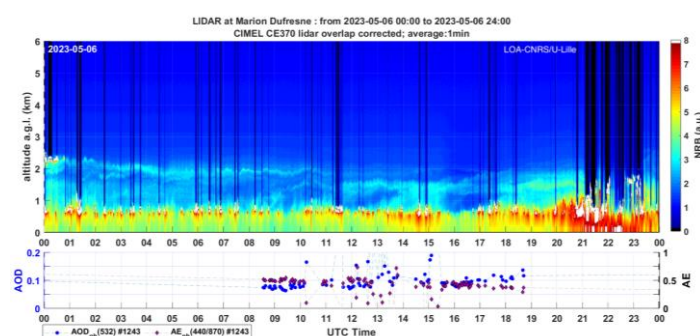


Fig.2 - Illustration de mesures sur campagne pour le développement instrumental en mer. En haut, série temporelle des profils de rétrodiffusion élastique atmosphérique à 532 nm normalisée obtenue à partir du lidar automatique CE370 embarqué sur le Marion Dufresne (source LOA). En bas, série temporelle de l'épaisseur optique en aérosols (AOD) à 532 nm et de l'exposant d'Angström (AE) (source AERONET, level 1.5). Ces observations ont été acquises le 6 mai 2023 sur l'océan Atlantique Sud au cours du transit La Réunion - La Barbade (campagne AMARYLLIS-AMAGAS). La position moyenne du navire était (16°S, 22°W) à cette date. Les profils indiquent la présence de couches d'aérosols jusqu'à 2000 m, vraisemblablement d'origine minérale en provenance des déserts Namibiens.

Ces observations pluriannuelles des océans Indien et Austral permettent de documenter de manière unique au monde les tendances, les mécanismes d'échanges océan-atmosphère et la composition de l'atmosphère sur une base saisonnière et interannuelle.

L'ensemble des données MAP-IO est disponible après transfert quotidien dans des bases de données ouvertes comme le pôle de données français pour l'atmosphère AERIS : depuis son lancement, MAP-IO a effectué près de 700 jours de mesures en mer. Ces données ont été exploitées dans 12 programmes scientifiques par 16 unités de recherche de domaines scientifiques variés : atmosphère, océanographie, géochimie, volcanologie et biologie marine. Outre l'exploitation scientifique d'un large panel de nouvelles données, MAP-IO a permis d'importantes innovations pour l'améliorer autonomie des instruments, la transmission des données en temps réel et le développement algorithmique pour la mesure en mer. Ces adaptations instrumentales réussies pour les navires ouvrent des perspectives intéressantes de développement des mesures sur navire pour l'observation atmosphérique opérationnelle en mer.

Pierre TULET Laboratoire d'Aérodologie, Toulouse et
Philippe GOLOUB Laboratoire d'Optique Atmosphérique, Lille

⚡ EN BREF

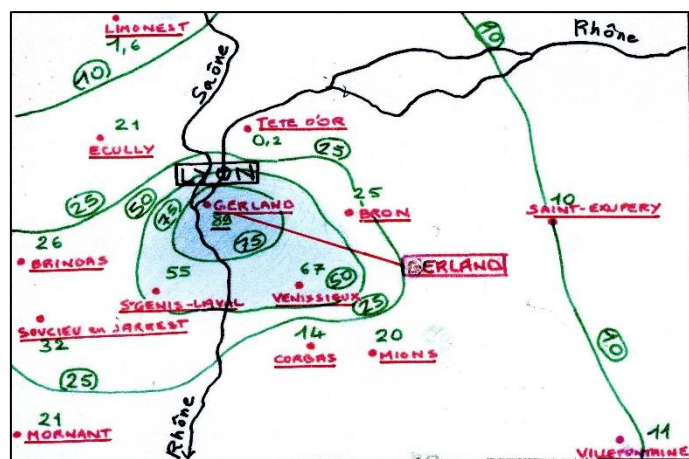
L'ORAGE DU 3 JUIN À LYON

Dans la soirée du 3 juin, à partir de 19h30, un impressionnant orage s'est abattu sur Lyon et ses environs, accompagné de précipitations localement diluviennes et parfois de chutes de grêle. Les secteurs les plus affectés ont été les 3^{ème}, 7^{ème} et 8^{ème} arrondissements de Lyon et la banlieue sud et sud-ouest (Vénissieux, Pierre-Bénite, Francheville, Craponne, St-Genis-Laval et Ste-Foy-lès-Lyon). L'épicentre des pluies se situe à Gerland (poste climatologique de l'ENS) avec 88,9 mm.

Les incidences des intempéries ont été nombreuses : inondations de routes et d'autoroutes (notamment l'A450), de stations de métro de la ligne D, d'une école du 7^{ème} arrondissement, de la bibliothèque de l'École Normale Supérieure, des urgences de l'Hôpital Jean Mermoz, concert perturbé à Ste-Foy-lès-Lyon (en revanche, le spectacle des Nuits de Fourvière s'est déroulé normalement après l'orage) ; au total, les pompiers sont intervenus à 120 reprises. Heureusement, on ne déplore aucune victime.

La carte montre la répartition géographique des pluies et le tableau la chronologie.

	LYON Gerland	LYON Bron	Saint- Exupéry	St-Genis- Laval
19h30-20h	27,4	0	7,1	6,1
20h-21h	55,4	20,5	2,4	40,2
21h-22h	1,5	0,6	Traces	2,6
22h-23h	1	0,8	0,2	1,4
23h-00h	0,8	1	0,2	0,6
00h-01h	1,2	1,7	0,2	2
01h-02h	1,6	0,6	Traces	2
02h-03h	0	0	0	0,2
TOTAL	88,9	25,2	10,1	55,1



Précipitations du 3 juin 2023 dans la région de Lyon

LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DE LA FRANCE ONT REÇULÉ DE 2,7 % EN 2022

Les émissions de gaz à effet de serre ont baissé de 2,7 % en France l'an dernier, un recul un peu plus marqué que ce qui avait été estimé jusqu'alors, grâce à une moindre utilisation des énergies fossiles pour le chauffage, selon de nouveaux chiffres provisoires publiés fin juin.

Après une baisse massive en 2020 versus 2019 (-9,0%) et un rebond partiel en 2021 versus 2020 (+5,7 %), les émissions de CO₂ sont reparties à la baisse en 2022 versus 2021 (-2,7 %), a indiqué dans un dossier le Citepa, organisme mandaté pour réaliser l'inventaire français des émissions.

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

LE CONGRÈS MÉTÉOROLOGIQUE MONDIAL APPROUVE LA CRÉATION DE LA VEILLE MONDIALE DES GAZ À EFFET DE SERRE

Les 193 membres de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) ont approuvé à l'unanimité la création de la Veille mondiale des gaz à effet de serre. La Veille mondiale des gaz à effet de serre est conçue selon une approche où les flux sont évalués à la fois à partir des capacités existantes d'observation en surface et depuis l'espace et par modélisation. Elle vise à garantir l'échange sans délai de toutes les observations et données. Dans sa configuration initiale, la Veille mondiale des gaz à effet de serre devrait produire des flux mensuels nets de CO₂, CH₄ et N₂O à la résolution spatiale de 100 km par 100 km avec un délai minimum éventuel.

+ d'info : <https://urlz.fr/mJu4>

UNE ÉTUDE RÉVÈLE LES STOCKS DE CARBONE DES 10 MILLIARDS D'ARBRES DES RÉGIONS SÈCHES D'AFRIQUE SUBSAHARIENNE

En plus de stocker du carbone, les arbres en zones sèches fournissent de nombreux services écosystémiques indispensables à l'environnement et aux populations locales. Très dispersés, leur étude à grande échelle est compliquée. C'est pourquoi une collaboration pilotée par la Nasa et l'université de Copenhague, impliquant INRAE, le CEA et le CNRS, a mis au point une méthode de suivi combinant images satellitaires de très haute résolution et intelligence artificielle. Cette innovation a permis d'estimer les caractéristiques de plus 9,9 milliards d'arbres situés en Afrique subsaharienne, ainsi que leur quantité de carbone stockée, évaluée à 0,84 milliard de tonnes. En comparaison, le carbone stocké par les forêts françaises est estimé à 2,4 milliards de tonnes. Les chercheurs montrent que cette valeur ainsi que la densité des arbres dispersés sont actuellement surestimées dans la plupart des modèles de végétation utilisés dans les simulations du climat.

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

NOMBREUX RECORDS DE CHALEUR DANS LE MONDE

Depuis quelques mois, les records de chaleur se multiplient dans le monde. En France, la température moyenne du mois de juin (21,5°C) a été supérieure à la normale de 2,6°C, plaçant ce mois au 2^{ème} rang des mois de juin les plus chauds de la période 1900-2023 (mais au premier dans le Nord-ouest). Dans le monde, juin 2023 est le mois le plus chaud de la période 1850-2023 avec un excédent de 1,05°C sur la moyenne du XX^{ème} siècle. D'après le DWD (Service Météo Allemand), 89 % des 561 stations sélectionnées dans le monde entier ont une moyenne excédentaire. Le site climate.reanalyzer indique que, pour la première fois, début juillet, la température journalière mondiale a dépassé 17°C !

En ce mois de juillet, des vagues de chaleur intense affectent de nombreuses régions du monde notamment le bassin méditerranéen, de l'Espagne au Moyen-Orient, avec des températures dépassant souvent 40°C, voire 45°C ; les États-Unis qui ont connu aussi la pollution par les fumées des incendies de forêts du Canada (où 10 millions d'hectares ont brûlé), le Mexique, la Chine (on a relevé 52,2°C à Turpan), le Japon etc.

La température des eaux de surface des océans et des mers atteint des valeurs jamais vues. La superficie de la banquise antarctique n'a jamais été aussi faible.

+ d'info : <https://urlz.fr/mKGG> et <https://urlz.fr/mKKG>

FOCUS

Accélérer la simulation des tempêtes grâce aux GPU

La simulation numérique de l'atmosphère joue un rôle crucial dans la compréhension et l'anticipation des événements météorologiques extrêmes. Les codes actuels de prévision numérique du temps sont limités à des résolutions horizontales de l'ordre de 10 km à l'échelle globale et kilométrique à l'échelle régionale. Le code communautaire de recherche météorologique Mésos-NH, développé conjointement par le Laboratoire d'Aérodynamique et le CNRM, représente des échelles et des niveaux de complexité encore inatteignables pour la prévision opérationnelle. Mésos-NH a été sélectionné pour un projet pilote "Grand Défi" sur la partition accélérée GPU⁽¹⁾ du nouveau supercalculateur Adastra au CINES à Montpellier, l'un des plus puissants en Europe et l'un des premiers au monde en termes d'efficacité énergétique.

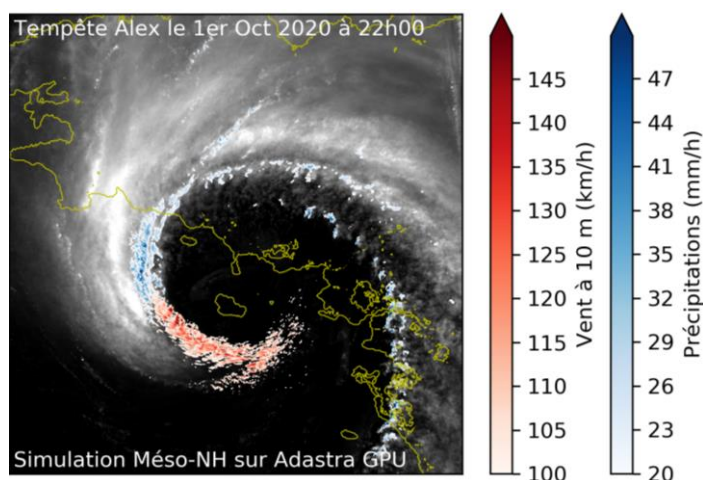


Fig.1 - Simulation de la tempête Alex du 1er octobre 2020 à 22h00 TU à l'aide du Code Communautaire Mésos-NH sur le nouveau supercalculateur Adastra GPU du CINES. Le contenu intégré en hydrométéores est indiqué en gris, l'intensité du vent à 10 m est indiquée en rouge pour des valeurs supérieures à 100 km/h et le taux de précipitations est indiqué en bleu pour des valeurs supérieures à 20 mm/h.

Le réalisme physique et l'efficacité numérique du code Mésos-NH sont exploités pour mieux comprendre les mécanismes de formation des rafales de vent à petite échelle dans les tempêtes. Les rafales sont responsables de dégâts majeurs mais restent mal connues en raison de leur nature locale et intermittente (~1 s) inaccessible aux simulations atmosphériques et aux systèmes d'observation standards. Dans le cadre du grand défi Adastra GPU, des simulations à résolution hectométrique ont été réalisées

pour des tempêtes récentes en Atlantique et en Méditerranée conduisant à des rafales de vent extrêmes (voir figure 1 montrant la tempête Alex lors de son passage sur la Bretagne avant de toucher les Alpes Maritimes).

La résolution hectométrique permet de représenter explicitement la cascade d'échelle depuis le cœur des tempêtes (>100 km) jusqu'aux circulations convectives profondes et peu profondes à l'origine des rafales (<1 km).

Cet exploit numérique a été réalisé grâce au portage de Mésos-NH sur GPU d'une fraction du code représentant l'essentiel du temps de calcul. Une accélération d'un facteur 8 a ainsi été obtenue par rapport au calcul sur CPU⁽²⁾ seul.

Un point critique a été le calcul de la pression atmosphérique, qui est très complexe dans un code non-hydrostatique⁽³⁾ comme Mésos-NH. L'utilisation de GPU a conduit à implémenter un nouvel algorithme pour ce calcul. Le Grand Défi Adastra GPU a aussi permis de porter le couplage entre Mésos-NH et le code de vagues WW3, crucial à la représentation réaliste des vents forts sur mer. Des développements complémentaires sont menés par le CNRM concernant la physique du code Mésos-NH et contribuent à préparer l'implémentation du code de prévision numérique du temps AROME sur des supercalculateurs GPU.

L'accélération du code communautaire Mésos-NH sur GPU ouvre la voie à de nouvelles applications scientifiques, alors que les simulations à résolution hectométrique des tempêtes permettront d'expliquer les processus d'accélération du vent responsables de la formation des rafales.

Simulation de la tempête Alex du 1^{er} octobre 2020 à 22h00 TU à l'aide du Code Communautaire Mésos-NH sur le nouveau supercalculateur Adastra GPU du CINES.

Le contenu intégré en hydrométéores est indiqué en gris, l'intensité du vent à 10 m est indiquée en rouge pour des valeurs supérieures à 100 km/h et le taux de précipitations est indiqué en bleu pour des valeurs supérieures à 20 mm/h.

Juan ESCOBAR, Philippe WAUTELET, Joris PIANEZZE, Jean-Pierre CHABOUREAU, Thibaut DAUHUT, Christelle BARTHE et Florian PANTILLON (florian.pantillon@aero.obs-mip.fr)
Laboratoire d'Aérodynamique, Université de Toulouse

(1) Un GPU (Graphics Processing Unit) est un processeur graphique, dédié à l'origine au calcul d'images mais de plus en plus utilisé pour des applications de calcul de haute performance et d'intelligence artificielle.

(2) Un CPU (Central Processing Unit) est un processeur classique, présent dans la plupart des ordinateurs.

(3) Dans un code non-hydrostatique, le calcul de la pression doit prendre en compte les vitesses verticales, ce qui apporte une complexité supplémentaire.

AGENDA

Nos manifestations

Remise du Prix Perrin de Brichambaut 2023

4 juillet 2023 | St-Jean-de-Soudain (Isère)

Après délibération du jury le 30 mai, le Prix Perrin de Brichambaut 2023 a été attribué au **Collège Les Dauphins** à St-Jean-de-Soudain (Isère) pour son projet intitulé "Ocean Project" réalisé par 6 classes de 4^{ème} encadrés par 15 enseignants, notamment deux professeurs de Physique-Chimie, Fanny Devois et Stéphanie Laplace. L'objectif du projet était de comprendre l'importance de l'océan pour le réchauffement climatique. Les élèves ont rencontré de nombreux chercheurs ; en fin d'année, du 13 au 16 juin, une quarantaine d'entre eux ont participé à un voyage qui les a conduits du glacier de la Meije (Oisans) à divers sites dans le Midi (centre de recherches sur les tortues marines à la Grande-Motte, Salins d'Aigues-Mortes, Institut de la Mer à Villefranche s/Mer et Seaquarium du Grau-du-Roi) ; chaque élève a fait un compte rendu de ces visites.

Le 4 juillet, dans une sympathique ambiance, a eu lieu la remise du **1^{er} prix** au collège Les Dauphins par Guy Blanchet, président du Jury et Noémie Berthelot-Huby, membre du jury.

Le **2^e prix** a été attribué au **Collège Jules Reydellet** (St-Denis, La Réunion) pour son projet "Quel avenir pour le climat en Outre-Mer ?" et le **3^e** au **Collège Antoine Courrière** (Cuxas-Cabardès, Aude) pour son travail intitulé "Météo et bulles de savon", **ex-aequo** avec le **Collège Simone Veil** (Pois, Haute-Savoie) pour son projet "La semaine de l'engagement".

+ d'infos et palmarès complet : <https://urlz.fr/eFzS>

20^e Forum International de la Météo et du Climat

6-8 octobre 2023 | Cité des sciences et de l'industrie

Le FIM fête ses 20 ans et célèbre cette étape importante du 6 au 8 octobre 2023 à la Cité des sciences et de l'industrie (Paris 19^e), dans le cadre de la Fête de la Science. Cette édition-anniversaire marquera deux décennies de réalisations et de défis dans le domaine de l'éducation aux enjeux climatiques, à travers deux temps forts :

- Une **exposition Grand Public** qui sensibilisera aux enjeux et solutions face aux défis du changement climatique et de la biodiversité.

- Des **Journées professionnelles** les 6 et 7 octobre qui rassembleront scientifiques, collectivités, entreprises, journalistes et présentateurs météo internationaux à travers un **colloque international** sur le thème "Comment dialoguer sur nos transformations futures ?" et un **Media-Workshop** dédié à la communication climatique dans les media avec un focus sur la science de l'attribution et les alertes précoces.

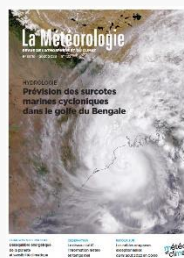
Ouverture des inscriptions au colloque le 31 juillet.

Les journalistes Chloé Nabédian et Jamy Gourmaud, très impliquées dans la sensibilisation à l'état de la planète, sont la marraine et le parrain de cette 20^e édition.

+ d'infos : <https://forumeteoclimat.com>

PARUTION

La Météorologie



Sommaire n°122 - Août 2023

LA VIE DE MÉTÉO ET CLIMAT

- Remise du prix André Prudhomme 2022 à Audrey Delpech
- Remise du prix Perrin de Brichambaut 2023 au Collège Les Dauphins

ARTICLES

- Mesurer le déséquilibre énergétique de la planète pour évaluer la sensibilité du climat aux émissions de gaz à effet de serre (B. MEYSSIGNAC et al.)
- Modélisation des surcotes marines cycloniques dans le golfe du Bengale (L. TESTUT et al.)
- StatIC : un réseau d'observation au service d'une information de proximité et de vulgarisation scientifique (L. GARCELON et al.)
- RETOUR SUR : Les rafales orageuses exceptionnelles du 18 août 2022 en Corse (M. KREITZ)

LE TEMPS DES ÉCRIVAINS

LU POUR VOUS

VIENT DE PARAÎTRE

SAISON CYCLONIQUE

LES PHOTOS DU MOIS

RÉSUMÉS CLIMATIQUES

ANNONCES

1^{er} sept.
2023

Forum de Giverny

Musée des impressionnistes | Giverny

Le Forum de Giverny réunit une communauté unique, opérationnelle et décidée à agir concrètement pour l'intérêt général et planétaire. Pouvoirs publics, dirigeants d'entreprises, spécialistes de la RSE mais aussi représentants d'ONG et de la société civile échangent, apprennent et s'engagent autour d'une volonté commune : répondre concrètement à l'urgence d'agir en faveur d'une société plus vertueuse

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

3-8 sept.
2023

Conférence annuelle de l'EMS 2023

Bratislava, Slovaquie

La réunion annuelle de l'European Meteorological Society aura lieu du 3 au 8 septembre prochain à l'Université d'économie de Bratislava & en ligne. Elle fera un focus sur le thème "L'Europe et les sécheresses : processus hydrométéorologiques, prévision et préparation".

+ d'info et inscription : <https://www.ems2023.eu>