

ENTRETIEN



Jean-Luc REDAUD

Président du groupe "Changements climatiques et changements globaux" au Partenariat Français pour l'Eau (PFE)

Pouvez-vous nous présenter le Partenariat Français pour l'Eau et ses objectifs ?

Le Partenariat Français pour l'Eau est la plateforme de référence des acteurs français de l'eau, publics et privés, actifs à l'international. Elle porte depuis plus de 10 ans un plaidoyer au niveau international (Nations unies, Conventions climat et biodiversité, Forums politiques de haut niveau, ...) pour que l'eau constitue une priorité dans les politiques du développement durable ; elle défend des messages de la communauté française et favorise les échanges entre les savoir-faire français et ceux des autres pays. Le PFE rassemble aujourd'hui environ 200 membres, experts et acteurs publics et privés de l'eau, qui sont à l'image de la gestion de l'eau en France.

Il est soutenu à parité par des membres des secteurs public et privé, est aujourd'hui placé sous la Présidence de Jean Launay, et s'appuie sur une petite équipe de 4 personnes dirigée par Marie-Laure Vercambre.

Trois secteurs prioritaires d'activité ont été identifiés, "Objectifs de Développement Durable" (ODD), "Eau et climat" et "Biodiversité".

Le site du PFE rassemble l'ensemble des messages, publications et outils de sensibilisation préparés très régulièrement à cet effet.

Quelles sont les actions qui sont plus particulièrement développées sur le thème "Eau et Climat" ?

Le PFE inscrit son action dans la ligne suivie par le GIEC et la Convention Climat, pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et pour l'adaptation, malheureusement conséquence du changement climatique. Dans le premier cas, relevant d'une approche globale, il s'agit de promouvoir un secteur de l'eau participant pleinement à l'économie circulaire, par exemple autonome en énergie pour les stations d'épuration. Il faut aussi promouvoir de meilleures évaluations de l'efficacité des puits de carbone agro-forestiers.

Dans le second cas, il s'agit de favoriser l'adaptation aux phénomènes les plus dévastateurs, touchant en particulier les pays pauvres. L'adaptation se construit à des échelles résolument régionales, comme par exemple les impacts de la sécheresse pour le Sahel, des cyclones pour les Caraïbes, de la montée des eaux pour le delta du Mékong ou le Bangladesh. Dans beaucoup de pays, les diagnostics régionaux ne sont pas encore assez développés, et le PFE souhaite que le GIEC établisse une synthèse des connaissances actuelles dans ce domaine, comme cela a été fait pour les secteurs agriculture et océans. Comment identifier les régions les plus menacées, économiser l'eau dans un contexte de sécheresse (agriculture, industrie...), comment développer les systèmes d'alerte et de protection contre les inondations, faire face à l'élévation du niveau des eaux, mieux évaluer les risques ?

Les enjeux sont importants : participer à la transition énergétique et écologique, favoriser les transferts nord-sud dans le cadre du partenariat de Marrakech, appuyer la politique de "green deal" de l'Union Européenne, contribuer au développement des ODDs, ...

Le PFE et Météo et Climat préparent pour l'année prochaine une journée scientifique sur le thème "Eau et climat". Qu'en attendez-vous de votre côté ?

Cette journée est programmée le 4 février 2021 à Toulouse en collaboration avec Météo-France et l'agence de l'eau Adour-Garonne. Nous en attendons plusieurs éléments. Par exemple : faire le point des avancées scientifiques sur les diagnostics régionaux, sur les puits de carbone agro-forestiers, identifier les technologies transférables du Nord au Sud (ex : meilleure utilisation de la télédétection face à la dégradation des réseaux, gestion des sols).

L'actualité de l'épidémie du COVID-19 conduit aussi à engager une réflexion sur les liens entre eau, santé, ODDs, biodiversité et climat, qui pourrait être un sujet de réflexion de cette journée. Tout ceci permettra de renforcer l'action du PFE à l'international.

Propos recueillis par
Jean-Claude ANDRÉ Météo et Climat

EN BREF



LA POLLUTION DE L'AIR VUE PAR SATELLITE PENDANT LA PANDÉMIE DE COVID-19

Des scientifiques et ingénieurs du LATMOS-IPSL ont produit, en partenariat avec l'ULB, des animations satellite montrant les impacts de la pandémie de COVID-19, à travers le monde, sur la pollution de l'air...

+ d'info : <https://bit.ly/2B6Gezj>

Météo et Climat Info n° 78 - Mai 2020

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) [MetoeetClimat](https://www.facebook.com/MeteoetClimat)

Rédactrice en chef : Morgane DAUDIER (Météo et Climat). Autres membres : Jean-Claude ANDRÉ (Météo et Climat), Guy BLANCHET (Météo et Climat), Philippe BOUGEAULT (Météo-France), Isabelle GENAU (IPSL), Daniel GUÉDALIA (OMP, Laboratoire d'Aérodynamique et Météo et Climat), Yves MOREL (LEGOS), Claude PASTRE (Météo et Climat), Catherine SENIOR (IPSL).

p.2
COUP DE PHARE
Les eaux continentales observées depuis l'espace



p.4
FOCUS
Meteosat de Troisième Génération : l'atmosphère en quatre dimensions



p.5
CHRONIQUE
Les intempéries de juillet 1996 dans les Alpes franco-italo-suisse



p.7
FOCUS
Vers une certification GRUAN des radiosondages Franciliens et Réunionnais en 2020

COUP DE PHARE

Les eaux continentales observées depuis l'espace

L'eau douce nécessaire à la biosphère et aux activités humaines est stockée dans différentes couches superficielles de la planète tels les lacs, les rivières, les zones humides, les réservoirs artificiels, les premiers mètres du sol (la zone racinaire), ainsi que dans les nappes souterraines.

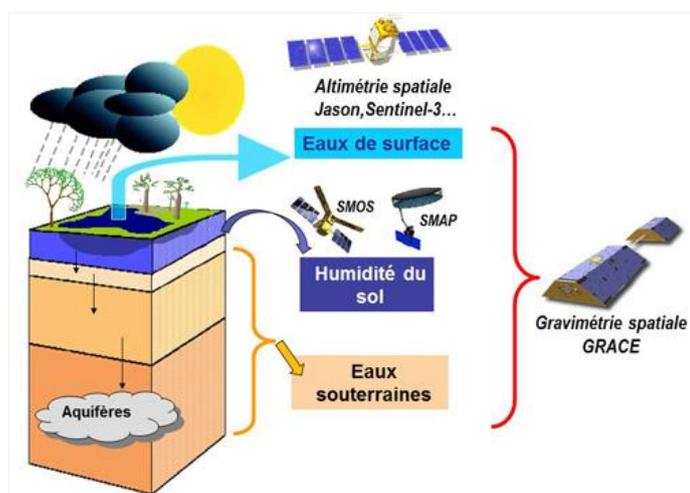


Fig.1 - Illustration de quelques techniques spatiales capables de mesurer les variations des stocks d'eau dans différents compartiments du sol

Sauf pour les aquifères confinés en profondeur, les eaux terrestres sont continuellement échangées avec l'atmosphère et les océans par le biais des précipitations, de l'évaporation, de la transpiration des végétaux et du ruissellement des fleuves vers la mer. Bien comprendre le cycle hydrologique global et régional est un enjeu majeur pour une variété d'applications, telles que la prévision météorologique et climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire, la prévision des sécheresses et des inondations, la navigation fluviale et la gestion des ressources en eau. L'estimation des différents paramètres du cycle hydrologique (stocks d'eau, précipitations, évaporation et transpiration des végétaux, ruissellement et débit des rivières) nécessite à la fois des systèmes d'observation pérennes, à haute résolution spatiale et temporelle, ainsi que le développement de modèles hydrologiques, soit couplés à des modèles de circulation générale de l'atmosphère, soit forcés par des observations météorologiques.

Au cours des 20-30 dernières années, les techniques de télédétection spatiale ont démontré leur capacité à surveiller plusieurs composantes du bilan hydrique des bassins fluviaux aux échelles régionale et globale, sur des échelles de temps allant de quelques mois à plusieurs décennies. L'altimétrie spatiale radar et laser est aujourd'hui utilisée en routine pour la mesure des niveaux d'eau des grands fleuves, des lacs et des réservoirs. Les mesures de nombreuses missions d'altimétrie radar, telles que la série des satellites Jason développés par le CNES et la NASA, la mission franco-indienne Saral/AltiKa, les satellites Envisat, Cryosat et Sentinel-3 de l'Agence Spatiale Européenne alimentent les bases de données mondiales, mettant à disposition d'utilisateurs variés des séries temporelles de hauteurs d'eau d'un grand nombre de grands fleuves et de lacs sur plusieurs

années, avec une résolution temporelle de 10 jours ou 35 jours, et des mesures en temps très peu différé (par exemple, la base de données HYDROWEB hébergée par la plateforme du pôle national THEIA, <http://hydroweb.theia-land.fr>).

Les missions d'altimétrie laser ICESat 1 et 2 de la NASA sont aussi d'un grand intérêt pour les niveaux d'eau des rivières, lacs et réservoirs. Elles peuvent observer des cibles plus petites que l'altimétrie radar grâce à leur résolution au sol très fine (quelques dizaines de mètres), lorsqu'il n'y a pas de nuages (l'altimétrie radar étant "tout temps"). L'altimétrie radar et laser permet aussi de déduire les débits des rivières, après étalonnage avec une série de données de débits in situ (fig.1 ◀). L'utilisation de capteurs optiques combinés à des mesures in situ et à l'altimétrie permet par ailleurs d'accroître la résolution temporelle des estimations de débits. De même, l'interférométrie radar à ouverture synthétique (InSAR) peut également être utilisée pour inférer les débits des rivières. Enfin, l'utilisation en synergie de l'altimétrie et de l'imagerie spatiale optique ou radar, permet d'estimer les variations des volumes d'eau de surface, en particulier les lacs.

Les capteurs micro-ondes passifs et actifs offrent quant à eux des informations sur l'humidité du sol, les zones humides et le manteau neigeux. L'humidité superficielle des sols est mesurée depuis l'espace depuis 2009, grâce à la mission européenne SMOS qui emporte à son bord un radiomètre en bande L, permettant de séparer les contributions du couvert végétal et du sol. Un autre radiomètre dédié à la mesure de l'humidité du sol a été lancé par la NASA en 2015 (mission SMAP). Comme SMOS, SMAP sert à l'agriculture et à la prévision du temps, et produit des indicateurs de sécheresses et d'inondation.

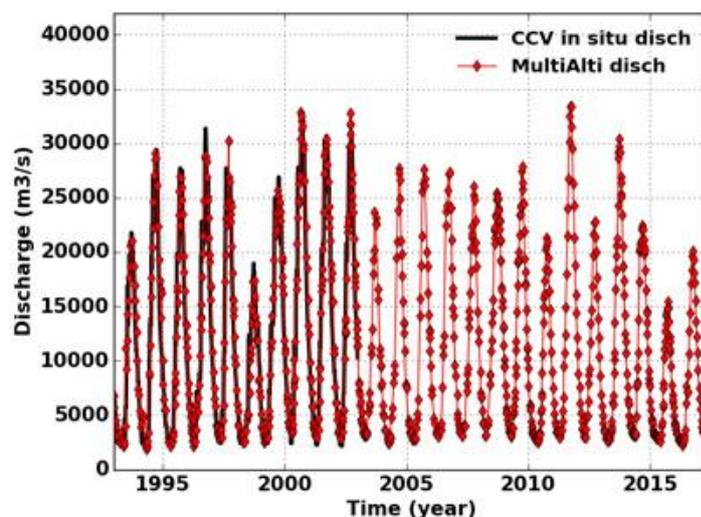


Fig.2 - Débits in situ à Phnom Penh (obtenus auprès de la Mekong River Commission sur la période 1960/2002 ; courbe noire) et extension de ce débit après 2002 à partir de mesures altimétriques (courbe rouge), en utilisant une relation (courbe de tarage) entre cotes d'eau altimétriques et débit in situ sur la période commune (© LEGOS)

La gravimétrie spatiale GRACE mesure directement les variations spatio-temporelles du stock d'eau vertical intégré. Développée par la NASA et l'agence spatiale allemande, la première mission GRACE a été lancée en 2002, suivie de GRACE Follow-On. La résolution au sol de GRACE n'est que de 300 km, mais c'est la seule technique permettant d'avoir accès au stock d'eau total dans les grands bassins fluviaux. Combinées avec des estimations de modèles hydrologiques ou des mesures des eaux de surface et de l'humidité du sol réalisées à partir de l'espace, les mesures de GRACE donnent accès aux variations des stocks d'eau dans les grands aquifères de la planète. GRACE a ainsi montré que nombre d'aquifères sur terre voient leur stock d'eau diminuer suite au pompage de l'eau dans les nappes pour l'irrigation des cultures ou pour les besoins domestiques.

Dans un avenir proche (2021/2022), la mission spatiale SWOT (Surface Water Ocean Topography) développée par la NASA, le CNES, les agences spatiales du Canada et du Royaume-Uni, fournira des cartes bidimensionnelles des niveaux d'eau de surface et des estimations de débits des rivières, avec un temps

de revisite de l'ordre de la dizaine de jours (et bien mieux aux hautes latitudes), une couverture quasi-globale et une résolution au sol sans précédent, permettant d'observer des rivières jusqu'à 100 m de large et des corps en eau jusqu'à 250 m x 250 m (soit 6,25 ha). Ces mesures devraient complètement révolutionner notre compréhension de l'hydrologie de surface.

Si l'observation spatiale ne permet pas d'accéder à la haute fréquence temporelle requise pour certaines applications hydrologiques, l'utilisation en synergie de différents capteurs spatiaux, combinée aux données in situ, quand elles sont disponibles, et, grâce aux techniques d'assimilation de données, aux modèles hydrologiques, constitue aujourd'hui une approche incontournable pour le suivi et la compréhension des processus hydrologiques à l'œuvre dans les bassins fluviaux de la planète, et leurs liens avec la variabilité climatique et les activités socio-économiques.

Anny CAZENAVE et Sylvain BIANCAMARIA
LEGOS-OMP, Toulouse

⚡ EN BREF



LE SUPER-CYCLONE AMPHAN FRAPPE L'INDE ET LE BANGLADESH

Un des plus puissants cyclones jamais vus dans l'océan Indien, Amphan a atteint la côte indienne du Bengale occidental à proximité du Bangladesh le mercredi 20 mai. Il s'est heureusement affaibli en franchissant la côte. Il a cependant ravagé cette région en grande partie submersible et très densément peuplée. Plus de deux millions de personnes avaient été évacuées ce qui a limité le nombre de victimes directes : quatre-vingt morts avaient été dénombrés le vendredi 22.

Le danger risque maintenant de venir du développement de l'épidémie de Covid-19 parmi les personnes évacuées.

+ d'info : <https://bit.ly/2ZHgsM3> - <https://cnn.it/3gv48Vp>

LA MARÉE : UN INGRÉDIENT ESSENTIEL DE LA DISPERSION DES EAUX DOUCES DU PANACHE DE L'AMAZONE DANS L'OcéAN ATLANTIQUE TROPICAL

Le panache d'eau douce du fleuve Amazone influence les conditions physiques et biogéochimiques de l'Atlantique tropical à plusieurs milliers de kilomètres des côtes. Sur la base de simulations numériques à haute résolution, des chercheurs du Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (Legos-OMP) et de Mercator Océan ont montré que, sur le plateau amazonien, les très fortes marées influencent les propriétés de ce panache et favorisaient son export vers le large. Ils ont également montré qu'elles contribuaient à élever de plus de 10 cm le niveau moyen de la mer à l'embouchure de l'Amazone. Ces résultats ont été publiés dans la revue *Journal of Geophysical Research*.

+ d'info : <https://bit.ly/3gn8AFx>

IMPACTS CLIMATIQUES D'EL NIÑO EN AMÉRIQUE DU SUD

El Niño est le mode climatique dominant dans les tropiques. Il a des répercussions sur la circulation atmosphérique globale et la circulation océanique tropicale. Un groupe d'experts internationaux comprenant un chercheur du Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS/OMP, Toulouse) propose une synthèse de l'état des connaissances sur l'impact climatique de ce phénomène en Amérique du Sud, dans laquelle il met en évidence la multiplicité des mécanismes en jeu. Il estime aussi, à partir de l'analyse des simulations du projet d'intercomparaison des modèles couplés (CMIP5), les changements que pourrait connaître l'impact des événements extrêmes El Niño sur les précipitations en Amérique du Sud.

+ d'info : <https://bit.ly/2XzUeJa>

LE LAC TCHAD NE S'ASSÈCHE PAS

Une récente étude impliquant notamment plusieurs scientifiques du Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS-OMP) et publiée dans *Scientific Reports*, montre que le lac Tchad ne s'assèche pas. Au contraire, depuis 13 ans, son stock d'eau total augmente. Un constat encourageant dans cette zone où la préservation du lac est un enjeu environnemental, économique, politique et sécuritaire.

+ d'info : <https://bit.ly/3d3tDeh>

ARTHUR ÉTAIT EN AVANCE

La tempête tropicale Arthur a frôlé la côte Est des USA le lundi 18 mai, donnant des vents forts et beaucoup de pluie dans la région du Cap Hatteras (Caroline du Nord). Arthur est le premier phénomène cyclonique de la saison 2020 dans l'Atlantique Nord, un peu en avance puisque la saison des cyclones débute "officiellement" le 1^{er} juin.

+ d'info : <https://bit.ly/2THyyJY>

TROU D'OZONE RECORD AU-DESSUS DE L'ARCTIQUE

Copernicus a enregistré une diminution record de l'ozone au-dessus de l'Arctique en mars 2020. Ces valeurs très basses sont imputées à des températures anormalement basses dans la stratosphère l'hiver dernier. Le "trou" a commencé à se combler en avril avec le réchauffement de la stratosphère.

+ d'info : <https://bit.ly/2X0HIU1>



Meteosat de Troisième Génération : l'atmosphère en quatre dimensions

Le développement du système Meteosat de Troisième Génération (MTG) entre dans sa phase finale d'intégration, avec en point de mire le lancement du premier satellite, MTG-I1, en 2022. Constitué de satellites d'imagerie (MTG-I) et de sondage (MTG-S) exploités simultanément, MTG redonnera à l'Europe la place de leader de l'observation géostationnaire qui fut la sienne pendant 12 ans, jusqu'à l'entrée en service du satellite japonais Himawari-8, en 2015.

La configuration finale, prévue en 2025, sera constituée de deux satellites MTG-I, capables de fournir des images à une cadence allant jusqu'à une toutes les 2,5 minutes et de détecter les éclairs en continu, et d'un satellite MTG-S conçu pour cartographier la température et l'humidité en trois dimensions à une cadence allant jusqu'à une fois toutes les 30 minutes. La comparaison des observations successives du champ d'humidité, parfaitement superposables grâce aux vertus de l'orbite géostationnaire, permettra de produire toutes les heures un champ tridimensionnel du vent (advection). L'ensemble produira 30 fois plus de données que le système actuel.

La programmation des instruments maximisera la fréquence d'observation sur l'Europe (intervalles de 2,5 min et 30 min) ainsi que la résolution de l'imagerie, qui sera de l'ordre du kilomètre pour les 16 canaux visibles et infrarouges, comme celle des sondages de température et d'humidité.



L'imageur de MTG au laboratoire d'essais

En apportant aux modèles de prévision numérique à très haute résolution et aux prévisionnistes cette information réellement tridimensionnelle de l'atmosphère en mouvement ("cube 4D"), à des échelles de l'ordre du kilomètre et de la minute, l'ambition de MTG est de révolutionner la prévision "immédiate" et à courte échéance des phénomènes météorologiques à fort enjeu.

L'ingestion d'observations tridimensionnelles très fréquentes sur la température, l'humidité et le vent doit améliorer la prévision numérique à quelques heures d'échéance, pour offrir aux prévisionnistes une ébauche de prévision plus réaliste, à confronter aux observations reçues en temps réel.



MTG-I et MTG-S en orbite

Celles de MTG, cohérentes et complètes, leur donneront un accès simultané aux flux d'humidité, à l'instabilité atmosphérique, à la morphologie et aux propriétés physico-optiques des nuages, à leur développement vertical et à l'activité électrique.

Les prévisionnistes pourront alors identifier les conditions de formation des phénomènes convectifs ou des cyclones tropicaux, puis évaluer les risques météorologiques associés à tous leurs stades de développement. Dans la zone de convergence intertropicale Atlantique et en Afrique, la capacité de détection continue de l'activité électrique sera précieuse pour la gestion du trafic aérien.

Les observations des aérosols, de l'ozone et des oxydes d'azote (NO_x) réalisées à cadence au moins horaire par l'ensemble des instruments, notamment le sondeur UV Sentinelle-4 de Copernicus embarqué sur MTG-S, visent à faire progresser la prévision de la qualité de l'air en Europe.

Enfin, les performances accrues de l'imagerie MTG offriront des mesures plus précises des paramètres de surface, notamment la végétation, l'intensité des feux de forêt et la température de surface de la mer, ainsi que de nouvelles observations de la turbidité en zone côtière.

L'utilisation optimale de ces nouvelles observations constitue un défi autant qu'une opportunité pour les services météorologiques et la communauté de recherche. Le lancement très attendu de MTG-I1 par Ariane, en 2022, sera donc le début d'une aventure collective prometteuse...

Alain RATIER

Directeur Général d'EUMETSAT

LA CHRONIQUE DE GUY BLANCHET

Les intempéries de juillet 1996 dans les Alpes franco-italo-suisse

Dans les Alpes occidentales, le mois de juillet 1996 a été marqué par deux événements météorologiques majeurs : le froid et la neige des 7 et 8 juillet et les pluies diluviennes et les inondations de 23 et 24 juillet. La région a connu un autre événement, non climatique celui-là, un séisme de magnitude 5,2 dans la région d'Annecy dans la nuit du 14 au 15 juillet, suivi d'une réplique dans la nuit du 20 au 21.

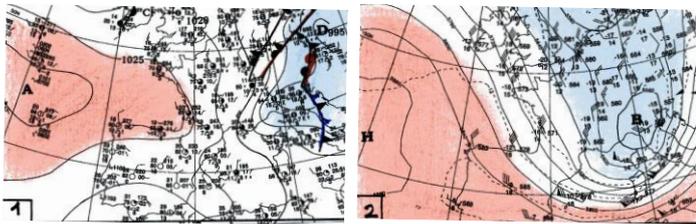


Fig. 1 - Situation le 8 juillet 1996 (1) en surface, (2) à 500 hPa

LE FROID ET LA NEIGE DES 7 ET 8 JUILLET

A partir du 4 juillet, les Alpes sont sous l'influence de perturbations océaniques génératrices de précipitations localement importantes. Entre le 4 et le 7, les cumuls dépassent généralement 100 mm, voire 150 dans la Préalpes françaises du nord (maximum de 230 à Alex) ; il neige au-dessus de 3400/3700 mètres.

Le 8 juillet, un talweg venu de l'ouest est axé Mer du nord-Golfe de Gênes (fig. 1 ▲) ; sur les Alpes, le flux s'oriente au nord-ouest.

Les températures sont en chute, l'isotherme 0°C descend au-dessous de 2000 mètres ; la température maximale affiche -9,3°C à l'Aiguille du Midi (3845 m). Il neige au-dessus de 1800 mètres, voire de 1500 mètres dans le massif des Bornes-Aravis. Avec les précipitations du 8, les cumuls des 5 jours affichent 243 mm à Alex, 242 à La Féclaz, 224 au Grand-Bornand, 189 à Montmin, 183 à Thônes, 175 à Aillon-le-Jeune et 160 à La Clusaz, valeurs assez rares. Ce jour-là, le Tour de France devait relier Val d'Isère à Sestrière, via les cols de l'Iseran (2770 m) et du Galibier (2642 m). Le froid, la neige et les violentes rafales de vent incitent les organisateurs à modifier le parcours de cette 9^{ème} étape de 190 km, d'autant plus que les coureurs avaient subi plusieurs jours de pluie auparavant... Finalement, l'étape sera raccourcie à 46 km entre Le Monêtier-les-Bains et Sestrière.

Le mauvais temps a eu d'autres conséquences : évacuation de campings, routes coupées, mort d'un britannique adepte de canyoning dans un torrent du Briançonnais et par le froid d'un alpiniste coréen au Mt-Blanc-du-Tacul.

Dans le nord-est du Piémont, les 7 et 8 juillet, de violentes précipitations (243 mm) provoquent des laves torrentielles sur le versant occidental du Mt Mottarone, près du lac d'Orta et font des dégâts à Omegna.

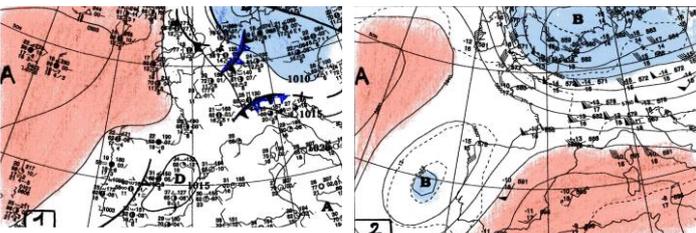


Fig. 2 - Situation le 24 juillet 1996 (1) en surface, (2) à 500 hPa

LES PLUIES DILUVIENNES ET LES INONDATIONS DES 23 ET 24 JUILLET 1996

Après l'épisode de froid et de neige des 7 et 8 juillet, les Alpes connaissent une période de temps estival sec et chaud jusqu'au 22 (l'isotherme 0°C monte jusqu'à 4400 mètres le 17). Le 23, associée à un talweg nord Écosse-Manche, une perturbation pluvio-orageuse traverse la France ; elle atteint les Alpes françaises à la mi-journée, générant des averses et des orages plus ou moins importants qui se prolongent dans la nuit. Le matin du 24, les pluviomètres enregistrent des cumuls très variables, de moins de 5 mm dans la basse vallée de l'Arve et près du Léman à 42 à Argentières et 72 à Tignes... En Italie, les cumuls sont modestes (moins de 10 mm, sauf à Ceresole Reale où l'on relève 41 mm) : en Suisse, ils sont plus copieux (28 au Grand-St-Bernard et 42 à La Fouly). Le 24, alors qu'en altitude, les vents d'ouest soufflent à plus de 65 nœuds (fig.2 ◀), pluies et orages se poursuivent donnant plus de 30 mm autour du Mont-Blanc (31 mm à Chamonix, 38 à Argentières, 41 aux Contamines-Montjoie et sans doute plus de 100 dans le massif, en Haute-Tarentaise (46 mm à Bourg-St-Maurice, 60 à Val d'Isère, 62 à Tignes et 64 à Ste-Foy-Tarentaise), dans le Valais (44 mm au Grand-St-Bernard et 87 à La Fouly) et dans le Val d'Aoste (110 mm à Valgrisanche et 113 à Rhêmes-Notre-Dame).

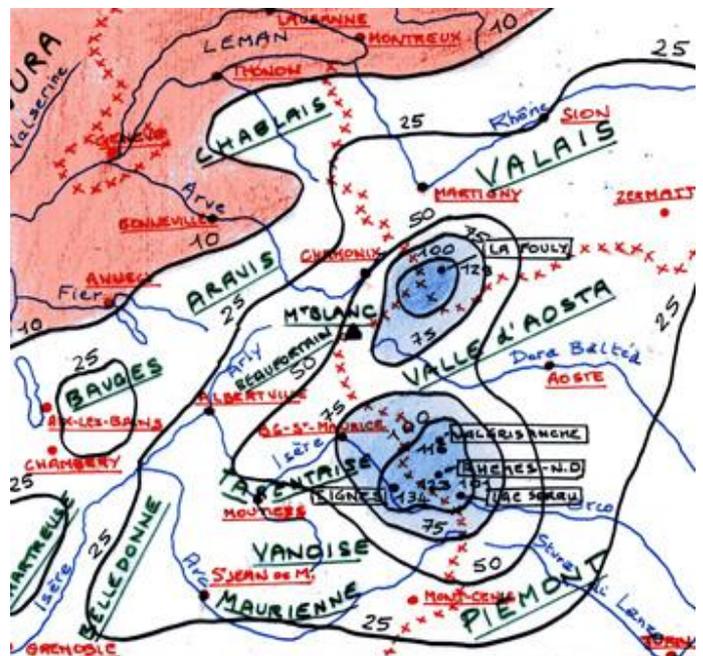


Fig.3 - Isohyètes des 23 et 24 juillet 1996

La carte des cumuls des deux jours montre deux noyaux (fig. 3 ▲) : l'un dans le Val Ferret (129 à La Fouly), l'autre du sud du Val d'Aoste (116 à Valgrisanche et 123 à Rhêmes-Notre-Dame) à la Haute-Tarentaise (134 à Tignes) et à la haute vallée de l'Orco (101 au Lac Serru). Il faut noter que, du fait de la douceur, les précipitations sont liquides jusque vers 3800 mètres et que la neige précédemment tombée fond.



Fig.4 - Le centre de Chamonix sous les eaux le 25 juillet 1996

En France, les conséquences des intempéries sont importantes. Dans la vallée de Chamonix, tous les torrents sont en crue ; l'Arve atteint dans la nuit du 24 au 25, un débit de près de 50 m³/s au Pont de la Joux (entre Argentière et Chamonix) et l'Arveyron de la Mer de Glace près de 90 m³/s au Bois du Bouchet. Dans le centre de Chamonix, le débit de l'Arve affiche environ 150 m³/s ; dans la soirée du 24, les rues de la ville sont sous l'eau et la boue (fig. 4 ▲).

Plusieurs hameaux sont également inondés (Les Praz, les Gaillands etc.), des passerelles sont emportées et plus de 1000 campeurs sont évacués. On déplore la mort de trois alpinistes allemands dans le massif.

En Tarentaise, Bourg-St-Maurice est victime d'une crue de l'Arbonne, réputé pour ses frasques (12 crues catastrophiques depuis 1440). Le 24 juillet, vers 18 h, le torrent, grossi par les pluies et chargé de boue et de blocs rocheux pouvant atteindre plusieurs tonnes envahit l'ouest de la ville, coupant des routes et la voie ferrée et emportant des ponts ; un autre torrent, le Nant blanc fait également des dégâts. Il a fallu évacuer plus de 900 personnes. Des coulées de boue et des laves torrentielles affectent le Val Ferret et le Val d'Aoste.

Conséquence de ces épisodes, les cumuls pluviométriques de juillet 1996 sont importants et constituent parfois des records. En France, ils dépassent 200 mm dans plusieurs stations des Préalpes (287 à la Grande-Chartreuse, 282 à La Féclaz, 264 à Alex, 251 au Grand-Bornand, 240 à Aillon-le-Jeune, 225 à Montmin, 206 à Thônes et 202 à Vacheresse et aux Déserts) et près du Mt-Blanc (214 aux Contamines-Montjoie et 203 à Argentière).

Remerciements à Valérie Dziak de Météo-France et à l'équipe de la Société Météorologique Italienne pour la documentation

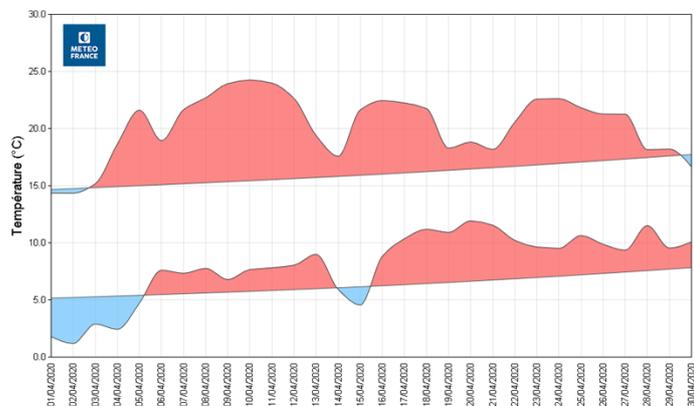
Guy BLANCHET
Météo et Climat

BIBLIOGRAPHIE

- BLANCHET G. : 1996, Chronique météo des Alpes occidentales (*Nimbus*, n° 13-14, p. 153-183)
- BONETTO F et al. : 1996, L'alluvione del 24 luglio 1996 nell'alta valle d'Aosta (*Nimbus*, n°13-14, p. 126-129)
- BRGM : 1996, Débordement du torrent l'Arbonne et coulée de boue à Bourg-St-Maurice le 24 juillet 1996 (Rapport 39087, 11 p.)
- CHAVEROT I. et al. : 1996, Crue de l'Arve à Chamonix les 24, 25 et 25 juillet 1996 (*Nimbus*, n° 13-14, p. 130-131)
- PANGALLO E. et al. : 1996, Eventi alluvionali dell'estate 1996 sulle Alpi occidentali (*Nimbus*, n° 13-14, p. 108-122)
- REY J.M. et al. : 1996, Intempéries du 24 juillet 1996 dans le Val Ferret (*Nimbus*, n° 13-14, p. 132-135)

⚡ EN BREF

Températures minimales et maximales d'avril 2020 en France



AVRIL 2020, 3^{ÈME} MOIS D'AVRIL LE PLUS CHAUD EN FRANCE

En France, la température moyenne d'avril 2020 (14,1°C) a été supérieure de 3°C à la normale 1981-2010. Avril 2020 se situe au 3^{ème} rang des mois d'avril les plus chauds en France depuis 1900, derrière avril 2007 (+3,6°C) et avril 2011 (+3,3°C). C'est dans le

Grand-Est et la Bourgogne que la douceur a été la plus marquée ; en revanche, les températures ont été proches des normales dans les régions méditerranéennes. Les précipitations ont été en moyenne déficitaires d'environ 30 %. Le déficit est particulièrement sensible dans le Nord-est du pays (7,8 mm à Colmar). L'est de la Corse, le Languedoc-Roussillon et particulièrement les Pyrénées-Orientales et le sud de l'Aude ont été au contraire très arrosés, conséquence d'un important épisode méditerranéen du 19 au 22. En 3 jours, on a enregistré jusqu'à 223 mm à Amélie-les-Bains (66). En 4 jours, en Corse, on a relevé 318 mm dont 185 le 30 à Isolaccio-di-Fiumorbo (Haute-Corse), 184 à Scara (Haute-Corse) et 169 à Solenzara (Haute-Corse). Le soleil a davantage brillé dans la moitié nord que dans la moitié sud.

Dans le monde, selon le NCDC/NOAA, la température moyenne d'avril 2020 a été supérieure de 1,06°C à la normale du 20^{ème} siècle, plaçant ce mois au 2^{ème} rang des mois d'avril les plus chauds. D'après le DWD allemand, sur 596 stations de référence dans le monde entier, 496 (soit 83,2 %) ont eu une moyenne excédentaire.

Guy BLANCHET
Météo et Climat

FOCUS

Vers une certification GRUAN des radiosondages Franciliens et Réunionnais en 2020

GRUAN est un réseau international de référence composé d'une trentaine de stations dédiées à l'observation par radiosondages de variables climatologiques clés entre la surface et la stratosphère (voir carte des sites GRUAN [ici](#)).

Plusieurs organismes français collaborent activement depuis 36 mois pour certifier deux sites majeurs : un site francilien comprenant la station Météo-France de radiosondages de Trappes et de l'Observatoire SIRTÀ à Palaiseau et un site réunionnais comprenant la station Météo-France de radiosondages de Saint-Denis de la Réunion et de l'Observatoire du Maïdo (OPAR). Chaque site repose sur la complémentarité des observations réalisées : mesures sur la verticale par radiosondes d'une part, et mesures par télédétection active et passive d'autres part.

Cette collaboration de travail repose sur l'IPSL (pilotage du projet, développements algorithmiques et Observatoire SIRTÀ), Météo-France (réalisation des radiosondages), le pôle de données national AERIS (centre d'archivage, de traitement et base de données), l'OSU-Réunion et le LACy (Observatoire du Maïdo, intercomparaisons) et la société Météomodem (fabricant d'équipements de radiosondage).

Les documents de certification GRUAN des sites français vont être envoyés au cours du printemps 2020 au GRUAN Lead Center pour viser une certification effective à l'automne 2020.



Fig. 1 - Robotsonde Météomodem du Centre Météorologiques de Trappes en cours de certification GRUAN (Madonna et al., 2020¹)

Cette certification est un gage de qualité, d'une part des radiosondes utilisées (sonde Meteomodem M10) et d'autre part des sites associés équipés de lanceurs automatiques de radiosondes (Robotsonde, voir [fig. 1 ▲](#)). En effet, les sondes certifiées GRUAN sont finement caractérisées avec des incertitudes quantifiées et une parfaite traçabilité des performances et éventuelles dérives. Idem pour les sites mettant en œuvre des procédures validées, reproductibles et documentées sur le long terme (action prise en charge par Météo-France).

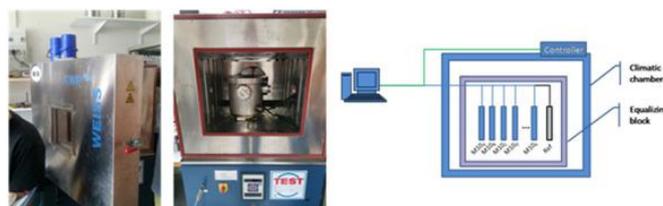


Fig. 2 - Campagne de mesure effectuée au LMD (Ecole Polytechnique) pour mieux caractériser les incertitudes de mesures de la sonde de température de la sonde M10 (action Météomodem et IPSL).

Un résultat fort de ces travaux de certification est la production du document technique décrivant chaque correction et incertitude associées, ainsi que la validation des résultats (plusieurs centaines d'heures de tests et de campagnes de mesures à travers différents laboratoires européens, en milieux tempéré et tropical, voir exemple [fig. 2 ▲](#)) permettant le développement de paramétrisations pour optimiser les profils verticaux d'humidité, de température, de pression ou encore de vent, et ainsi développer le produit GRUAN final (Dupont et al., 2020²).

Un premier jeu de données devrait être disponible d'ici l'été 2020 sur le site GRUAN : <https://www.gruan.org/data/measurements>.



Fig. 3 - Flux de données des différents produits GRUAN (données brutes et données traitées).

Pendant ces travaux de certification, un travail important a également été mené sur les flux de données afin d'assurer une fourniture optimisée de données traitées et documentées au format NetCDF à partir des 6 fichiers initiaux au format ascii (voir [fig. 3 ▲](#)).

L'obtention de cette certification GRUAN est importante pour les stations d'observation françaises : c'est un gage de qualité des mesures qui y sont réalisées, qualité indispensable à leur utilisation par les équipes scientifiques nationales et internationales pour leurs études sur les processus physico-chimiques comme pour l'analyse des tendances atmosphériques dans un contexte de changement climatique.

Jean-Charles DUPONT
 Institut Pierre-Simon Laplace

(1) F. Madonna, R. Kivi, M. Fujiwara, B. Ingleby, G. Romanens, M. Hernandez, X. Calbet, M. Rosoldi, A. Giunta, T. Karppinen J-C. Dupont, M. Iwabuchi, S. Hoshino, C. von Rohden, P. W. Thorne, Use of automatic radiosonde launchers to measure temperature and humidity profiles from the GRUAN perspective, 2020, AMT, amt-2019-472
 (2) J.-C. Dupont, Haeffelin M., Badosa J., Vignelles D., Raux C., Clain G., 2020, Characterization and Corrections of Relative Humidity Measurement from Meteomodem M10 Radiosondes at Midlatitude Stations, JAOT, Vol. 37, p. 8547-871, DOI: 10.1175/JTECH-D-18-0205.1

⚡ EN BREF

LES TYPHONS CHARGENT L'ATMOSPHÈRE EN OZONE PUIS LA NETTOIENT

Deux avions de China Airlines équipés par l'infrastructure de recherche européenne IAGOS ont fourni des données inédites sur l'environnement des typhons du Pacifique nord-ouest en 2016. Les mesures effectuées lors de décollages et atterrissages à Taiwan montrent un enrichissement en ozone, un appauvrissement en monoxyde de carbone et un assèchement entre 3 et 15 km d'altitude, dans une large zone à l'avant des typhons.

À cet endroit, les analyses météorologiques révèlent une origine stratosphérique de l'air, par compensation des courants ascendants liés aux typhons. Après leur passage, les mesures IAGOS montrent un "nettoyage" de l'atmosphère avec plus d'humidité et de faibles contenus en ozone et en monoxyde de carbone, caractéristiques de l'air océanique non pollué. Ces travaux, publiés dans la revue *Atmospheric Chemistry and Physics*, ont été menés par une équipe des scientifiques internationaux dont des chercheurs du Laboratoire d'aérodynamique (LA-OMP, Toulouse).

+ d'info : <https://bit.ly/3d4HDEx>

SIMCLIMAT, UN LOGICIEL PÉDAGOGIQUE DE SIMULATION DU CLIMAT

Le logiciel SimClimat est un logiciel pédagogique de simulation du climat de la Terre et des planètes. Par une interface ludique et conviviale, il permet de réaliser des simulations climatiques à différentes échelles de temps.

Les résultats concernant la température globale de surface, le niveau de la mer, l'extension des calottes de glace et la composition de l'atmosphère s'affichent sous forme de courbes et de dessins. L'utilisateur peut tester l'influence de divers paramètres influençant le climat, tels que les paramètres astronomiques ou la composition de l'atmosphère, et peut brancher ou débrancher certaines rétroactions climatiques. Ce logiciel est un outil pédagogique permettant de traiter de nombreux points des programmes liés au climat en enseignement scientifique et en SVT. Le logiciel est téléchargeable pour Windows et pour Mac et sur smartphone. Il est accompagné de 3 vidéos qui présentent les fonctionnalités du logiciel et des exemples d'exploitations pédagogiques

+ d'info : <https://bit.ly/2ZCzMtZ>

PIC DE CHALEUR LE 22 MAI EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Le 22 mai, la température maximale a atteint 31,2°C à Lyon-Bron ; il s'agit d'un record pour cette date depuis l'ouverture de la station en 1921 ; l'ancien record était de 30,3°C le 22 mai 1922. Le record mensuel n'a pas été battu (34,2°C le 16 mai 1945). Ce 22 mai, on a par ailleurs enregistré 32,7°C à Grenoble-Le Versoud, 31,2°C à Villefranche s/Saône et Albertville, 30,9°C à Clermont-Ferrand, 30,8°C à St-Etienne, 30,7°C à Valence et 30,5°C à Montélimar.

LE DÉPÔT D'AZOTE SUR LES BAMBOUS, C'EST BON POUR LE CLIMAT !

Grâce à une étude de terrain en Chine, une collaboration internationale impliquant le LSCE-IPSL démontre que la culture de bambous *Moso* atténue le changement climatique. L'apport additionnel en azote d'origine atmosphérique observé dans cette région du monde ne perturbe qu'à la marge le bilan des gaz à effet de serre de l'écosystème.

+ d'info : <https://bit.ly/36ua38i>

L'INTENSIFICATION DES COURANTS ATLANTIQUES POUSSE LES ESPÈCES TEMPÉRÉES À MIGRER DANS L'OcéAN ARCTIQUE

L'océan Arctique ressemble de plus en plus à l'Atlantique, de par sa température, mais aussi les espèces qui l'habitent. Pour autant, une intensification inédite des courants atlantiques influence grandement cette évolution, comme viennent de le démontrer des scientifiques du CNRS et de l'Université de Laval au Québec.

+ d'info : <https://bit.ly/2A7hYMM>

LE PÔLE NORD BIENTÔT LIBRE DE GLACE EN ÉTÉ

Quoi que l'on fasse dorénavant, la banquise arctique sera très probablement amenée à disparaître en été, au moins certaines années, et ce dès avant 2050. L'efficacité des mesures de protection du climat déterminera la fréquence et la durée de ces épisodes de fonte totale. Ce sont les résultats d'une nouvelle étude menée par une collaboration internationale comprenant 21 institutions de recherche du monde entier.

+ d'info : <https://bit.ly/3datdCY>

PRODUCTIVITÉ EXCEPTIONNELLE DE LA BIOSPHÈRE LORS D'UN INTERGLACIAIRE CHAUD IL Y A 420 000 ANS

La productivité de la biosphère est l'un des paramètres importants qui contrôlent la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone.

Des chercheurs d'une collaboration franco-danoise¹ (dont le GEOPS-IPSL et le LSCE-IPSL) viennent de montrer, grâce à l'analyse géochimique de l'oxygène de l'air piégé dans une carotte de glace antarctique, qu'au début d'une période chaude et exceptionnellement longue, commencée il y a environ 420 000 ans, la productivité globale de la biosphère était de 10 à 30 % plus élevée que pendant l'ère préindustrielle. Cette forte productivité globale serait due à une augmentation de la productivité terrestre et aurait contribué à réguler la concentration en CO₂ atmosphérique.

+ d'info : <https://bit.ly/2M2gZQN>

🖥️ VU SUR INTERNET



Nuages nacrés

<https://apod.nasa.gov/apod/ap200115.html>

La série d'images de la NASA "Astronomy Picture Of the Day" ne concerne pratiquement que l'astronomie mais montre parfois des phénomènes atmosphériques dont voici un exemple. Ces nuages nacrés ou nuages stratosphériques polaires (PSC), rares, se rencontrent aux latitudes arctiques, plus souvent d'ailleurs au Sud qu'au Nord.

Contrairement à ce qu'indique le titre choisi par la NASA il ne s'agit pas de "nuages iridescents" terme réservé à des phénomènes se produisant sur des nuages troposphériques de genre cirrus.

Les nuages nacrés se produisent à des altitudes allant de 15 à 25 km. On en connaît deux types. L'un est fait de gouttelettes eau et acide nitrique ou sulfurique (température inférieure à -78°C). L'autre, probablement celui montré sur l'image APOD, est fait de petits cristaux sphériques de glace, de 10 µm de diamètre à une température inférieure à -83°C. Les explications les plus claires et les plus convaincantes concernant ces nuages se trouvent sur le site du département de l'Antarctique du gouvernement australien : <https://bit.ly/2B2yMVK>

AGENDA

Nos manifestations

Nouvelle composition du Conseil d'administration

Assemblée Générale 2020 | 21 avril 2020

Météo et Climat a pu tenir son Assemblée générale 2020 en vidéo-conférence. Les rapports moral et financier et le budget prévisionnel ont été adoptés à l'unanimité. L'Assemblée a élu le Conseil pour l'exercice 2020 :

BUREAU

Président : Jean JOUZEL
 Vice-président : Dominique MARBOUTY
 Secrétaire générale : Anne GUILLAUME
 Trésorier : Marc PAYEN
 Conseillers : Noémie BERTHELOT, Eric GUILYARDI, Alima MARIE-MALIKITÉ, Nicole PAPINEAU

AUTRES MEMBRES DU CONSEIL

Jean-Pierre CHALON	Sylvain MONDON
Florence COUSIN	Claude NAHON
Joël COLLADO	Thierry PHULPIN
Vivian DÉPOUES	Serge PLANTON
Laurent GARCELON	Nathalie POISSON
Anne GIRAULT	Didier RENAUT
Sylvestre HUET	Lola VALLEJO
Valerie MASSON-DELMOTTE	

MEMBRES D'HONNEUR AU CONSEIL

Jean-Claude ANDRE, Guy BLANCHET, Michel ROCHAS

Lia Siegelman, lauréate du prix Prud'homme 2020



Lia Siegelman

Le jury du prix André Prud'homme présidé par Laurence Eymard, s'est réuni le 26 mai. Il a choisi d'attribuer le prix 2020 à **Lia Siegelman** (Université de Bretagne Occidentale), pour sa thèse intitulée "Dynamique agéostrophique dans l'océan intérieur".

Forum International de la Météo et du Climat 2020

Paris | 30 septembre et 15-18 octobre 2020

En raison de la crise sanitaire, la 17^e édition du FIM qui devait se tenir en mai a été reportée à l'automne 2020.

Elle s'articulera autour de 2 temps forts :

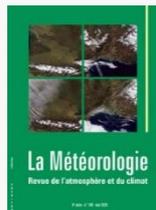
- 30 septembre : **Colloque international** "Changement climatique : anticiper pour s'adapter"
- 15-18 octobre : **Journées Grand Public** à travers des expositions, animations, ateliers et rencontres.

Plus d'infos dans le prochain numéro de Météo et Climat Info.
 Le site du FIM : <https://forumeteoclimat.com/>

PARUTION

La Météorologie

Sommaire N° 109 - Mai 2020



LA VIE DE MÉTÉO ET CLIMAT

■ L'assemblée générale 2020 de Météo et Climat

ARTICLES

- Prix Prud'homme 2019 – Les glaciers noirs à l'épreuve du climat (F. BRUN, E. BERTHIER, P. WAGNON)
- Comprendre la dynamique atmosphérique pour mieux reconstituer l'altitude passée des chaînes de montagnes (S. BOTSUN, P. SEPULCHRE, C. RISI)
- Le Service national d'observation de la salinité de surface de la mer – 50 ans de mesures océaniques globales (G. ALORY, P. TÉCHINÉ, T. DELCROIX, D. DIVERRÈS, D. VARILLON, JR. DONGUY, G. REVERDIN, R. MORROW, J. GRELET, Y. Gouriou, S. JACQUIN, E. KESTENARE, C. BACHELIER, A. DIMATTÉ)
- Le voilier OceanoScientific Explorer Boogaloo – Une campagne péri-antarctique en 2017 (G. REVERDIN, N. METZL, T. REYNAUD, P. POLI, Y. GRIBOVAL)
- Un an en Terre Adélie (2) (F. GOURAND)

LU POUR VOUS

VIENT DE PARAÎTRE

SAISON CYCLONIQUE

LES PHOTOS DU MOIS

RÉSUMÉS CLIMATIQUES

ANNONCES

22-24 sept.
2020

Meteorological Technology World Expo
Paris Expo Porte de Versailles

Meteorological TECHNOLOGY WORLD EXPO 2020

Ce salon international accueillera à la Porte de Versailles environ 200 exposants et 4 000 participants de plus de 100 pays. Il s'adresse à une communauté internationale de décideurs clés du secteur de l'aviation, des compagnies maritimes, des installations marines ou portuaires, des aéroports, des institutions militaires, des sociétés d'exploration en mer, des exploitants de parcs éoliens, des services météorologiques, des exploitations agricoles et des instituts de recherche. L'Organisation météorologique mondiale y tiendra également sa conférence TECO-2020 sur les instruments et méthodes d'observation météorologique et environnementale. Obtenez votre pass visiteur gratuit ici : <https://bit.ly/3ev832G>