

ENTRETIEN



Marc PONTAUD

Directeur de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche de Météo-France

Météo-France va célébrer en ce mois d'octobre deux anniversaires importants pour l'enseignement et la recherche : quels sont-ils ?

Cette année, les 17 et 18 octobre, nous célébrons effectivement les 100 ans de l'École Nationale de la Météorologie (ENM) et les 40 ans du Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM). Ce sont des moments propices pour se rappeler le chemin parcouru et prendre le temps de porter le regard au loin. Si l'ENM était implantée avant 1982 au Fort de Saint-Cyr, plutôt excentré par rapport aux activités opérationnelles et de recherche, ce n'est plus le cas depuis 40 ans et son installation à Toulouse, en même temps que le CNRM, sur ce qui est devenu la Météopole.

Il existait bien un établissement structuré de recherche avant cette date, mais l'implantation commune est très significative du fait qu'enseignement et recherche marchent ensemble depuis longtemps, sinon depuis toujours.

Quelles nouvelles perspectives ce rapprochement a-t-il permis d'ouvrir ?

Ce rapprochement "physique" en 1982 a été une réussite. Il y a eu d'une part l'ancrage dans le tissu académique local, avec le rapprochement des formations entre l'ENM et l'Université Paul Sabatier, puis l'Institut National Polytechnique de Toulouse, et d'autre part les interactions de plus en plus profondes entre le CNRM, les laboratoires de recherche de l'Observatoire Midi-Pyrénées et, plus généralement, le CNRS, devenu ensuite tutelle de l'unité mixte constituée avec Météo-France.

Mais aussi, ce qui est extrêmement important pour Météo-France, une nouvelle synergie entre enseignement et recherche : le CNRM trouve à l'ENM ses stagiaires et doctorants, devenant pour certains ses nouveaux chercheurs ; l'ENM trouve au CNRM, des enseignants au meilleur niveau scientifique et sur le front des connaissances, critère impératif pour la qualité d'une formation au niveau de l'enseignement supérieur.

Nous aurons d'ailleurs au cours de ces deux journées d'octobre l'occasion de développer l'évolution des formations, du front polaire à la frontogénèse semi-géostrophique, ou encore dans le domaine des statistiques par l'arrivée des analyses en ondelettes et aujourd'hui de l'intelligence artificielle, ou aussi dans le domaine du calcul scientifique, avec les nouveaux algorithmes, le calcul distribué et les nouvelles architectures de super-ordinateurs.

Le CNRM a initié quant à lui, et dès ses débuts, des travaux sur la modélisation climatique, incluant l'ozone stratosphérique, puis l'ensemble de la chimie atmosphérique et enfin la qualité de l'air. Le CNRM porte ces sujets au plus haut niveau international avec ses participations aux exercices CMIP et avec son expertise contribuant aux rapports du GIEC. L'intérêt croissant de la société sur les enjeux météo-climatiques fait qu'aujourd'hui nombre d'ingénieurs ainsi formés à l'ENM rejoignent des postes où ils sont attendus avec un intérêt grandissant par les acteurs politiques et socio-économiques. La recherche sur la prévision à méso-échelle a donné quant à elle naissance à AROME, opérationnel en 2008, puis à sa version ensembliste passée en production en 2017. L'enjeu actuel est de pleinement valoriser cette formidable production, valorisation pour laquelle l'intelligence artificielle apporte un éclairage très prometteur.

Aujourd'hui, l'ENM et le CNRM se retrouvent réunis, avec le LACy et SAFIRE, au sein de la Direction de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, confirmant tout le sens de ce "pas de 2" entre enseignement et recherche. C'est même devenu un "pas de 3" avec la proximité des services opérationnels arrivés à partir de 1991 sur la Météopole, née elle aussi il y a 40 ans.

Comment vont s'organiser ces deux journées ?

Ce sont respectivement les directeurs de l'ENM et du CNRM, Philippe Dandin et Samuel Morin, qui ont pris à bras le corps la préparation de ces journées qui permettront aux acteurs de l'enseignement et de la recherche, actuels ou anciens, de se retrouver dans une atmosphère conviviale. Nombre de partenaires de Météo-France seront aussi présents, pour analyser avec eux le chemin parcouru et tracer quelques lignes d'avenir. Deux jours de présence sur la Météopole ne seront pas de trop pour ces retrouvailles et ces réflexions.

Propos recueillis par **Jean-Claude ANDRÉ**
Météo et Climat

Météo et Climat Info n°92 – Septembre 2022

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),

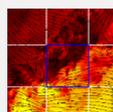
Guy BLANCHET (Météo et Climat), Sonia GADY (Météo et

Climat), Daniel GUÉDALIA (OMP, Laboratoire d'Aérodynamique et

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

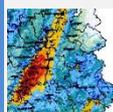
Exploiter des prévisions numériques du temps...



p.3

FOCUS

Le projet MEDIATION



p.4

CHRONIQUE

Les épisodes méditerranéens d'octobre 1970



p.7

FOCUS

La campagne SWINGS

COUP DE PHARE

Exploiter des prévisions numériques du temps à échelle kilométrique pour le développement de paramétrisations dans les modèles de climat

Les modèles atmosphériques utilisés pour la simulation climatique planétaire ont une résolution horizontale (maille) de l'ordre de 100 km. Toute une gamme de processus physiques atmosphériques de plus petite échelle (tels que la turbulence ou la convection) ne sont donc pas résolus explicitement. Pourtant, leurs effets sur l'échelle résolue ne sont pas négligeables. Pour les représenter, on a recours à une approche simplifiée : les paramétrisations physiques. Ces paramétrisations se basent sur des principes physiques, tout en incluant une certaine dose d'empirisme pour qu'elles soient suffisamment efficaces numériquement et donc utilisables dans un modèle de climat. Traditionnellement, leur développement repose sur l'exploitation d'observations obtenues grâce à des campagnes de mesures, souvent complétés par des simulations résolvant explicitement le processus visé.

Météo-France met en œuvre depuis plusieurs années le modèle de prévision météorologique à résolution kilométrique AROME, sur la France et plusieurs territoires d'outre-mer. Ces simulations, qui résolvent en grande partie les processus liés à la convection profonde, offrent une base de données unique pour aller au-delà de quelques cas d'étude et ainsi développer certaines paramétrisations sur la base d'une grande variété de conditions atmosphériques.

Dans nos travaux récents (Blein et al. 2020, 2022), nous exploitons ces prévisions AROME sur l'océan Indien et les Antilles comme une référence pour quantifier et paramétriser, à l'échelle d'une maille de modèle de climat, les impacts de phénomènes de méso-échelle (typiquement de 1 à 10 km) sur les interactions air-mer.

Ces phénomènes correspondent par exemple à des systèmes convectifs isolés ou organisés, ou à des processus dynamiques associés au passage de fronts. Les échanges de quantité de mouvement, d'énergie et d'eau à l'interface air-mer sont amplifiés au premier ordre par l'impact de ces phénomènes sur le vent proche de la surface, conduisant très souvent à une intensification de ces échanges de plus de 10 % (et jusqu'à un facteur 10 dans certains cas) par rapport à des estimations les ignorant. Un tel effet n'est actuellement pas pris en compte dans les modèles de climat. La base de données constituée de plusieurs mois de prévisions AROME nous permet d'en construire une paramétrisation robuste, mêlant à la fois des bases physiques (choix des prédicteurs) et statistiques (sélection objective des prédicteurs, modélisation statistique). La paramétrisation est performante et doit maintenant être implémentée et testée dans le modèle de climat du CNRM (ARPEGE-climat). L'objectif est d'augmenter le réalisme des flux à l'interface air-mer, ce qui aura probablement des répercussions sur les performances du modèle (climatologie, variabilité).

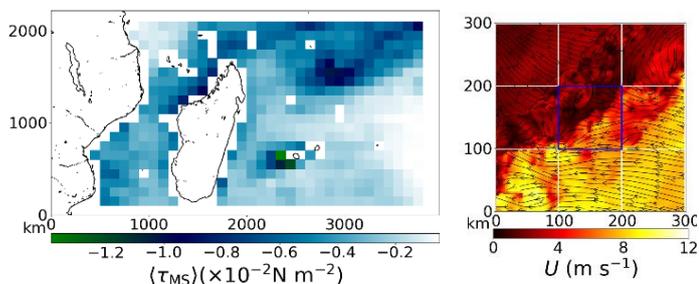
Sébastien BLEIN, Romain ROEHRIG, Aurore VOLDOIRE, Ghislain FAURE

CNRM (Météo-France – CNRS), Toulouse

Pour en savoir plus :

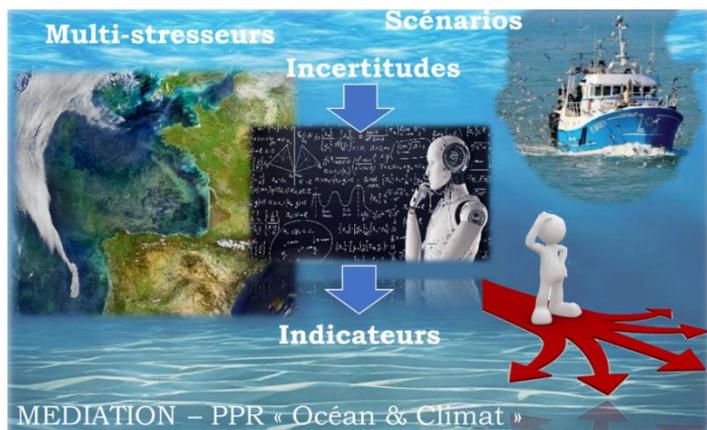
Blein, S., R. Roehrig, A. Voltaire and G. Faure, 2020 : Meso-scale contributions to air-sea fluxes at GCM-scale. *Quarterly Journal of the Meteorological Society*, 146 (730), 2466-2495, doi: [10.1002/qj.3804](https://doi.org/10.1002/qj.3804).

Blein, S., R. Roehrig, and A. Voltaire, 2022 : Parameterizing the mesoscale enhancement of oceanic surface turbulent fluxes: a physical-statistical approach. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, doi: [10.1002/qj.4273](https://doi.org/10.1002/qj.4273)



Figures : À gauche : Illustration de la quantification de l'effet de la variabilité méso-échelle (sous-maille) sur le flux de quantité de mouvement à l'interface air-mer en moyenne sur un mois, à une résolution horizontale de 100 km. À droite : Visualisation à fine résolution (2.5 km de résolution horizontale) par le modèle de prévision du temps AROME du vent sur un événement particulier (front météorologique).

Vers un océan numérique intégré aux incertitudes mieux estimées : le projet MEDIATION



Avec deux projets de démonstrateurs sur les côtes métropolitaines françaises (Atlantique et Méditerranée), le projet **MEDIATION** cible deux questions d'intérêt sociétal majeur : comment le changement global va-t-il impacter le fonctionnement des écosystèmes marins régionaux, et comment évaluer l'effet de mesures permettant la préservation du milieu ?

Afin de répondre à ces questions, MEDIATION mettra en œuvre une modélisation numérique dite intégrée des écosystèmes. Celle-ci fait appel à des modèles utilisés en cascade : de la physique océanique et atmosphérique à la biogéochimie et biologie marine jusqu'aux sciences économiques. Elle doit également être un outil permettant de mieux identifier l'effet des forçages naturels et d'origine anthropiques agissant sur ces écosystèmes. Les prévisions (ou projections) associées sont cependant sujettes à nombre d'incertitudes qui sont d'autant plus difficiles à estimer que les modèles utilisés intègrent des processus multidisciplinaires et complexes. Identifier, évaluer et réduire ces incertitudes est essentiel pour pouvoir fournir des éléments de sensibilisation convainquant et réellement décisionnels.

Le projet MEDIATION a une triple vocation :

Océan numérique : MEDIATION proposera des développements méthodologiques et technologiques pour parvenir à définir le niveau de complexité adéquat des différents maillons de la modélisation intégrée et à faire progresser l'efficacité des codes numériques ; ceci permettra d'estimer la réponse des écosystèmes à un plus grand nombre de scénarios (changement climatique, activités humaines) mais aussi de quantifier l'incertitude des projections. MEDIATION visera également le traitement de données massives afin d'évaluer et d'améliorer les différents compartiments du système.

Médiation : MEDIATION veillera à élaborer des échanges entre la communauté scientifique et les décideurs impliqués dans la gestion de l'environnement et les politiques environnementales. Il s'agira d'une part de coconstruire des scénarios de simulation avec les acteurs en charge des politiques publiques mais aussi de générer des informations pertinentes sous forme d'indicateurs intelligibles. Un autre volet s'occupera de la création de ressources pédagogiques permettant au plus grand nombre d'appréhender le fonctionnement de ces outils numériques.

Fédérer : MEDIATION contribuera à fédérer les efforts de la communauté nationale impliquée sur le sujet et répartie dans différents organismes et équipes dans un contexte en forte évolution (technologique, organisationnelle ...). Il réunira un consortium impliquant la plupart des acteurs de la recherche nationale impliqués dans les sciences et techniques marines et regroupera des complémentarités scientifiques fortes entre collègues issus de différentes disciplines (mathématiques appliquées, informatique, sciences de l'océan et de l'atmosphère, biogéochimie, biologie marine, économie ...).

Laurent DEBREU INRIA, **Franck DUMAS** SHOM,
Patrick MARCHESIELLO IRD

(1) Le projet MEDIATION est un des lauréats du premier appel du programme prioritaire de recherche (PPR) dédié aux Océans et au Climat. Voir <https://www.ocean-climat.fr/>
(2) CNRS, IFREMER, IMT Atlantique, INP Toulouse, Inria, IRD, Météo-France, SHOM, Univ. Aix-Marseille, Univ. Grenoble Alpes.

LA CHRONIQUE DE GUY BLANCHET

Les épisodes méditerranéens d'octobre 1970

Du 6 au 11 octobre 1970, des précipitations abondantes affectent les régions comprises entre le Roussillon et l'est de la région lyonnaise. Elles sont dues à deux épisodes méditerranéens successifs : un épisode cévenol extensif du 6 au 9 octobre suivi d'un épisode "catalan" les 10 et 11.

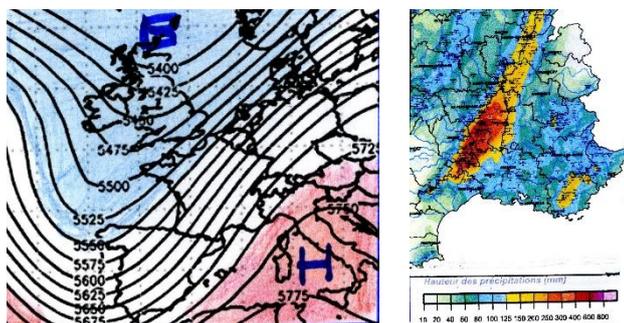


Fig. 1 - Situation moyenne à 500 hPa du 6 au 9 octobre 1970

Fig. 3 - Précipitations du 6 au 9 octobre 1970

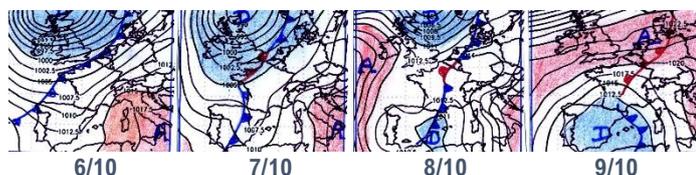


Fig. 2 - Situation en surface du 6 au 9 octobre 1970

L'ÉPISODE CÉVENOL DU 6 AU 9 OCTOBRE

La carte (fig.1 ▲) montre la situation moyenne en altitude (500hPa) du 6 au 9 octobre : la France est balayée par un rapide flux de sud-ouest. En surface (cartes, fig.2 ▲), le pays est situé entre une profonde dépression au nord de l'Écosse et un anticyclone sur le sud de l'Italie ; un front ondule sur le nord-ouest de la France.

Le **6 octobre**, les précipitations débutent sur les Cévennes, notamment sur le Gard (145 mm au Mont-Aigoual, 123 à Valleraugue), l'Ardèche (153 mm à Borne, 103 à La Souche) et le sud de la Lozère (145 mm à Villefort). Le **7 octobre**, elles se généralisent et deviennent diluviennes ; c'est le jour le plus arrosé de l'épisode, notamment en Ardèche (348 mm à Péreyres, 329 à Montpezat, 301 à La Souche, 254 à Antraigues, 251 au Cheylard, 242 à Mayres), dans le Gard (259 mm à Gagnières (dont 164 mm entre 17h30 et 19 h), 231 à Bessèges) et la Lozère (240 mm au Collet-de-Dèze). Le **8 octobre**, les pluies s'atténuent, mais restent assez fortes localement en Ardèche (138 mm à Bessas, 125 à Rocher, 112 à Antraigues) ; elles gagnent la Provence. Le **9 octobre**, l'accalmie se poursuit (pluie maximale : 88 mm à Péreyres). Le **10 octobre**, nulle part, il ne tombe plus de 20 mm.

Les cumuls de l'épisode (fig.3 ▲) affichent en Ardèche 600 mm à Péreyres, 565 à La Souche, 543 à Montpezat, 487 à Sagnes-et-Goudoulet, 468 à Bessas, 460 à Borne et dans le Gard 376 mm à Valleraugue, 374 à Gagnières, 370 à Bessèges et 322 au Mont-Aigoual.

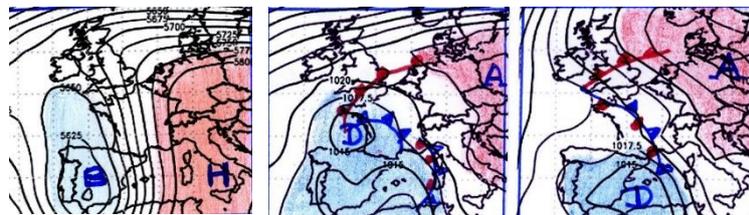


Fig.4 - Situation moyenne à 500hPa les 10 et 11 octobre 1970

Fig.5 - Situation en surface les 10 et 11 octobre 1970

L'ÉPISODE CATALAN DES 10 ET 11 OCTOBRE

Les **10 et 11 octobre**, en altitude, le flux s'est orienté au sud (fig.4 ▲). En surface (fig.5 ▲), la dépression s'est déplacée le 10 sur le golfe de Gascogne, avant de gagner les Baléares le lendemain.

Les précipitations, devenues insignifiantes sur les Cévennes, affectent désormais l'Aude et les Pyrénées-Orientales.

Le **10 octobre**, on enregistre dans l'Aude 164 mm à Cabrespine, 151 à Pradelles-Cabardès, 136 à Durban et 120 à Couiza) et dans les Pyrénées-Orientales (80 mm à Prats-de-Mollo et 71 à La Bastide). Le **11 octobre**, les pluies deviennent intenses dans les Pyrénées-Orientales (232 mm à Prats-de-Mollo, 229 au Tech, 220 à Valmanya) et dans l'Aude (215 mm à Castans, 210 à Couiza et 181 à Lagrasse). Les cumuls des deux jours (fig.6 ▼) affichent 330 mm à Couiza, 312 à Prats-de-Mollo, 290 à Valmanya et la Bastide, 280 à Auriac et 279 à Castans.

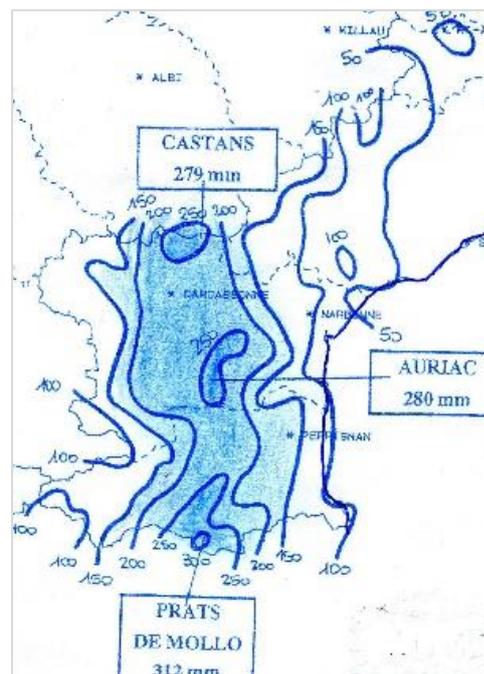


Fig.6 - Précipitations des 10 et 11 octobre 1970 (Aude et Pyrénées Orientales)

CONSÉQUENCES HYDROLOGIQUES

Si les fortes précipitations n'ont pas de sérieuses conséquences dans les Cévennes, en revanche, elles provoquent d'importantes crues dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales. La crue de l'Agly est la plus forte depuis l'aiguat de 1940 ; les dégâts sont importants en Fenouillèdes, mais surtout dans la Salanque où un pont est détruit. La crue de la Têt est également la plus forte depuis 1940, dépassant celle de 1963 ; celle du Tech est supérieure à celle de 1968 (les dégâts sont notables à Montbolo, Amélie, Palalda, Elne et au Boulou). La Canterrane et le Réart génèrent aussi des dégâts.

Source : pluiesextremes.meteo.fr/france-metropole/Deluge-sur-les-Cevennes-et-le-Roussillon.html

Merci à G. Jallais et à X. Popineau de Météo-France qui ont fourni divers renseignements.

Guy BLANCHET
Météo et Climat

⚡ EN BREF

LA FUMÉE DES FEUX DE FORÊTS PEUT INFLUENCER LA GLACE DE MER EN ARCTIQUE

Des simulations climatiques, réalisées aux Etats-Unis par le NCAR (National Center for Atmospheric Research) et l'Université du Colorado, montrent que les suies et autres matériaux émis par les feux de forêts de l'hémisphère nord peuvent atteindre l'Arctique, où ils influencent alors la durée de présence de la glace de mer, source possible d'autres conséquences climatiques.

+ d'info : <https://bit.ly/3y1WlIR>

LE RÔLE DES POUSSIÈRES ET DU CARBONE SUIE DANS L'IMPACT DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE SUR L'ENNEIGEMENT

Les particules telles que le carbone suie (résidu de combustion) et les poussières sahariennes assombrissent le manteau neigeux lorsqu'elles se déposent à sa surface. Par conséquent, une plus grande proportion de l'énergie solaire est absorbée par la neige, ce qui en accélère la fonte au printemps. Toutefois, le rôle de ces dépôts sur la dynamique annuelle de l'enneigement et les tendances climatiques de la durée d'enneigement est encore mal connu.

Une équipe de recherche comprenant des scientifiques du CNRS-INSU en collaboration avec une équipe américaine, ont quantifié cet effet sur la durée d'enneigement des Alpes françaises et des Pyrénées pour les 40 dernières années.

Les résultats montrent que les dépôts de carbone suie et de poussières sahariennes avancent la date de fin de la période enneigée annuellement d'en moyenne 17 jours.

+ d'info : <https://bit.ly/3SoAN1e>

UN SIMULATEUR DE PERGÉLISOL POUR MIEUX ANTICIPER LES CONSÉQUENCES DE SON DÉGEL

Une équipe du laboratoire Géosciences environnement Toulouse (GET) développe un nouveau simulateur permettant de modéliser en détail les effets multiples de la fonte progressive du pergélisol. Avec le réchauffement des températures dû au changement climatique, le pergélisol (ou *permafrost*, en anglais) commence son dégel et menace de relâcher d'immenses quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. La présence de *permafrost* modifie considérablement les flux d'eau, la stabilité des sols et les conditions environnementales de multiples manières, ce qui n'est pas sans conséquence pour les écosystèmes et les activités humaines dans les régions froides. Par exemple, le sol gelé est bien moins perméable et donc le pergélisol limite considérablement la percolation en profondeur des eaux infiltrées.

+ d'info : <https://bit.ly/3fr6gFY>



COMMENT LUTTER CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR ?

Cet été, les rues de Paris se transformaient en laboratoire pour comprendre et limiter un phénomène redouté par les citoyens : l'îlot de chaleur, causé par des matériaux qui emmagasinent l'énergie du soleil la journée et la restituent pendant la nuit. Découvrez dans ce film publié avec *LeMonde.fr* ces recherches menées dans le cadre du grand projet Paname 2022 sur la qualité de l'air et le climat urbain.

+ d'info : <https://bit.ly/3xYU2Gx>

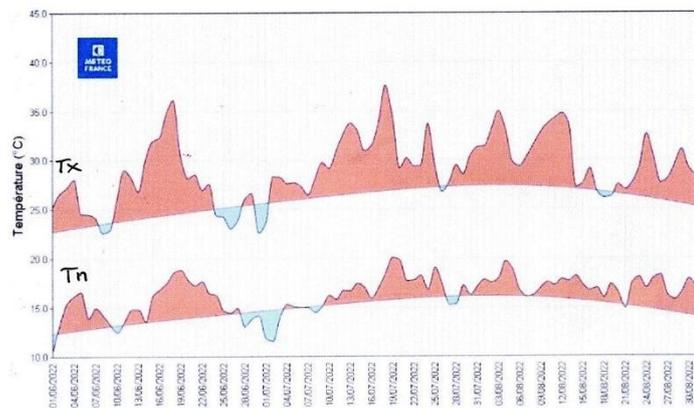
VOLER DANS LES DÉPRESSIONS ARCTIQUES POUR AMÉLIORER LES MODÈLES DE MÉTÉO ET DE CLIMAT

En août 2022, deux avions de recherche, véritables laboratoires volants, survoleront l'océan Arctique à l'affût de dépressions polaires afin de mieux comprendre leur développement, leur lien avec la fonte de la banquise, et afin d'améliorer leur représentation dans les modèles de prévisions météorologiques et de climat. Les dépressions arctiques sont des dépressions de grande échelle, typiquement de quelques milliers de kilomètres de diamètre, qui la majeure partie du temps se déplacent au-delà du cercle polaire et peuvent persister jusqu'à 1 à 2 semaines.

+ d'info : <https://bit.ly/3CgW1lR>

⚡ EN BREF

UN ÉTÉ 2022 EXCEPTIONNEL



Diagnostic établi à partir de l'indicateur thermique, moyenne des températures quotidiennes de 30 stations métropolitaines

Températures minimales (Tn) et maximales (Tx) quotidiennes du 1/6 au 31/8 et par rapport à la normale 1991-2020

Après un mois de mai déjà estival, chaleur et sécheresse ont été les caractéristiques de l'été 2022. Les températures ont été supérieures aux normales tout au long de la saison, à l'exception de quelques journées fin juin (cf. la carte ▲).

Trois vagues de chaleur se sont succédé du **15 au 19 juin** (voire au 21 dans l'est), du **12 au 25 juillet** et du **31 juillet au 13 août**.

La vague de juin est la plus précoce de la période 1947-2022. Dès le 16 juin, les 40°C sont dépassés dans l'Hérault, l'Aude et les Pyrénées-Orientales. Le 18 a une température moyenne de 27,4°C, supérieure de 8°C à la normale 1991-2020 et une moyenne des maximales de 36,2°C, la plus élevée depuis 1947 (c'est le 2^{ème} jour le plus chaud en juin depuis 1947) ; on enregistre 43,4°C à Pessoss (40), 43,2°C à Cambo-les-Bains (64), 42,9°C à Biarritz (64) et... 10,4°C au col Major (4750 m) près du sommet du Mont-Blanc ! La nuit du 18 au 19 connaît des records de douceur : 27° à Dourgne (81), 25,1°C à Villefranche s/Saône (69), 24,2°C à Vichy (03).

La vague de juillet est la 3^{ème} la plus intense de la période 1947-2022 et la 5^{ème} la plus longue. Le 18 juillet, jour le plus chaud de l'année, la température moyenne nationale affiche 28,1°C (6,8°C au-dessus de la normale !) ; ce jour-là, on enregistre 42,6°C à Biscarosse (40), 42,4°C à Cazaux (33), 42°C à Nantes (44), 40,3°C à Lanmeur (29), 39,3°C à Brest (29) et 31,5°C à Ouessant (29), du jamais vu ! La nuit du 18 au 19 juillet est la plus douce de l'été (moyenne de 20,1°C). Le 25 juillet, dans les Alpes, l'isotherme 0°C se situe à 5184 mètres, valeur record...

La vague d'août a duré 14 jours, comme celle de juillet. Les journées les plus chaudes ont été les 3, 11 et 12. Le 12, on relève 40,8°C à Castelnaudary (11) ; la nuit du 3 au 4 est la 2^{ème} nuit la plus douce de l'été (19,7°C).

Les moyennes mensuelles sont remarquables : en juin, 21,2°C (2,3°C au-dessus de la normale) au 2^{ème} rang des mois de juin les plus chauds depuis 1900 ; en juillet, 23,2°C (2,1°C au-dessus de la normale) au 3^{ème} rang des mois de juillet les plus chauds ; en août,

23,7°C (2,6°C au-dessus de la normale) au 2^{ème} rang des mois d'août les plus chauds.

La température moyenne de l'été (22,7°C, soit 2,3°C au-dessus de la normale) situe l'été 2022 au 2^{ème} rang des étés chauds, derrière l'été 2003 (23,1°C). Le nombre de jours avec maximum $\geq 35^\circ\text{C}$ est exceptionnel (46 à Grospièrres [07], 43 à Orange [84], 37 à Carpentras [84], 36 à Avignon [84] et Nîmes [30], 32 à Albi [81], 31 au Luc [83] et 28 à Montélimar [26]), de même que celui des jours avec minimum $\geq 20^\circ$ (90 au cap Corse [2B], 86 à Alistro [2B], 85 à Nice [06], 83 à l'Île-Rousse [2B], 81 à Porquerolles [83], 79 à Pertusato [2A], 78 au cap Béar [66], 74 à Sète [34] et 65 à Marignane [13]). À noter, la température exceptionnellement élevée de la Méditerranée (plus de 5°C au-dessus de la normale et localement 30°C).

Les précipitations saisonnières ont été globalement déficitaires de l'ordre de 25 %, mais on note localement des excédents du fait des orages. Ceux-ci ont été particulièrement nombreux et souvent accompagnés de grêle en juin (ce mois a été le plus foudroyé de la période 1997-2022 avec 206 229 impacts de foudre) ; durant le mois, le cumul pluviométrique a été excédentaire de plus de 30 %.

Du 1^{er} juillet au 13 août, une sécheresse quasi-totale a régné, à l'exception de très rares et faibles averses locales ; le cumul moyen national de juillet affiche 9,7 mm et le déficit plus de 85 % ; ce mois est le mois de juillet le plus sec de la période 1959-2022 et le 2^{ème} le plus sec tous mois confondus après mars 1961. En août, les cumuls sont hétérogènes (extrêmes de 2,6 mm à Perpignan et Dunkerque et 116 à Grenoble), mais globalement déficitaires de plus de 30 % ; averses, orages et chutes de grêle sont fréquents du 13 au 19 août, notamment le 16 à Marseille et Paris et le 17 dans la région lyonnaise et à St-Etienne. Le matin du 18 août, la Corse est brutalement balayée par un système orageux accompagné de rafales de vent d'une violence extrême (226 km/h à Marignana, 197 à Calvi et 192 à Cagnano) qui font d'énormes dégâts et provoquent la mort de 5 personnes. Cet épisode a été qualifié de "derecho", système convectif arqué de méso-échelle très rare en Europe, plus fréquent aux États-Unis. Au niveau national, l'été 2022 se classe au 10^{ème} rang des étés les plus secs de la période 1959-2022.

Le soleil a été très généreux, davantage dans la moitié nord que dans le sud ; à l'échelle nationale, l'excédent a été de 24 % (12 % en juin, de 40 % en juillet et de 19 % en août). La durée record de l'été atteint 1119 heures à Marignane et la plus faible 686 à Tarbes. C'est Rouen qui détient l'écart à la normale le plus important (+49 %).

Les incidences de la chaleur et de la sécheresse sont nombreuses et parfois dramatiques : sécheresse des sols et bas niveau des nappes phréatiques, feux de forêts, surtout en Gironde et dans les Landes, mais aussi ailleurs, comme dans les monts d'Arrée en Bretagne (au total, plus de 65 000 ha touchés), fonte accélérée des glaciers, débits historiquement bas des cours d'eau, notamment du Rhin et de la Loire (95 m³/s à Montjean [49] le 8 août), incidences sur les rails et les caténaires provoquant la réduction de la vitesse des trains, fissures dans les habitations, date précoce des vendanges (avec 2 à 3 semaines d'avance), dégâts liés à la grêle, baisse de rendements agricoles, arrêt de la production de fromages, comme le salers (le manque d'herbe empêchant de respecter les normes de l'AOP), risques accrus en montagne (chutes de pierre liées à la fonte du permafrost etc.). La viticulture s'en tire plutôt mieux, mais les vrais gagnants sont les exploitants de marais salants...

FOCUS

SWINGS, ce que nous révèle l'étude des "éléments traces" dans l'océan Austral



Fig.1 : L'équipe technique et scientifique de la campagne SWINGS. Au premier rang au centre : Catherine Jeandel et Hélène Planquette, co-responsables du projet

On estime que l'océan Austral est responsable de la soustraction de 30 % du CO₂ qui est absorbé par l'océan mondial chaque année. Les processus liés à la pompe biologique de carbone mais aussi la convection profonde (mélange) et la circulation associée au courant circumpolaire sont déterminants pour l'évolution climatique. Les éléments traces sont des acteurs et indicateurs essentiels pour comprendre et représenter tous ces processus dans les modèles de climat.

On distingue 3 catégories :

- Les **"micro-nutritifs"**, dont l'élément phare est le fer (mais qui incluent aussi Zn, Ni, Cu, Co, Mn, Cd...), sont essentiels au développement du phytoplancton. Ils sont des acteurs clés des cycles biogéochimiques de la vie marine, eux-mêmes moteurs de la pompe biologique de carbone et puits majeur pour le CO₂.
- Les **"toxiques"**, par exemple le mercure et le plomb, dont les effets neurologiques sont connus.
- Les **"traceurs de processus"**, analysés pour quantifier des mécanismes dont la mesure directe est inaccessible dans l'océan. Par exemple, les isotopes du radium, soluble, sont des chronomètres du mouvement des eaux. Ceux du néodyme, sont utiles pour identifier la source de la matière contenue dans l'eau. En analysant ces traceurs simultanément, on dispose d'indicateurs de la dynamique océanique et des particules marines, permettant d'évaluer les taux d'absorption du CO₂.

Malheureusement la distribution des éléments traces est très mal connue dans l'océan Austral car la région est peu accessible. SWINGS (SWINGS = South West INdian Geotraces Section) est une campagne océanographique qui

visait à mesurer ces éléments traces le long d'une radiale de 73 stations sur 20000 km à travers le courant circumpolaire Antarctique (fig. 1◀). Parti de l'île de La Réunion, le *Marion Dufresne* a d'abord mis cap au Sud-Ouest pour étudier la marge de l'Afrique du Sud. Il s'est ensuite dirigé plein sud vers la dorsale sud-ouest indienne pour évaluer les signaux d'activité hydrothermale. Ensuite, les Îles Marion-Prince Edward, Heard, puis Kerguelen ont été des points clefs de la campagne car la dissolution des sédiments le long des marges de ces îles est une source majeure d'éléments traces pour l'océan Austral. Le projet financé par la Flotte Océanographique Française, le CNRS-INSU, l'ANR, l'Université Toulouse III et l'Université de Bretagne Occidentale, implique plus de 80 personnels scientifiques de 9 nationalités différentes.

SWINGS fait partie du programme international de recherche GEOTRACES (www.geotraces.org) qui a pour objectif d'améliorer la compréhension des cycles biogéochimiques et des processus qui contrôlent la distribution à grande échelle des éléments en trace et de leurs isotopes dans l'environnement marin. Depuis le lancement du programme en 2010, plus de 132 campagnes permettant la réalisation de 98 sections dans tous les bassins océaniques ont été menées, impliquant des scientifiques de plus de 35 pays.

Les premières analyses SWINGS révèlent déjà plusieurs éléments intéressants :

- Les isotopes du radium, les distributions en fer, manganèse, cobalt, les communautés procaryotiques, et le méthane ont révélé la présence d'une activité hydrothermale sur la dorsale sud-ouest indienne
- La fertilisation en fer issu de la marge sud-africaine est très rapidement contenue à la côte par la circulation locale
- Plusieurs expériences d'incubations ont montré que certaines communautés phytoplanctoniques situées au sud du front polaire sont limitées en fer et les premières données de métaux traces dissous indiquent une possible co-limitation en manganèse.

Nous espérons pouvoir synthétiser l'ensemble des apports de SWINGS d'ici deux ans.

Catherine JEANDEL Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiales, Toulouse, co-responsable du programme GEOTRACES et de la campagne SWINGS et
Hélène PLANQUETTE Directrice de Recherche CNRS, Laboratoire des sciences de l'environnement marin, Plouzané, co-responsable de la campagne SWINGS

⚡ EN BREF



Pont de la Gravona, Ajaccio (Corse du Sud)

INTEMPÉRIES À TRAVERS LE MONDE

De nombreux événements importants sont survenus ces dernières semaines dans le monde.

- Le **Pakistan** a connu cet été des inondations historiques qui ont fait plus de 1300 morts et ont provoqué le déplacement de 33 millions de personnes ; la moitié du pays était sous les eaux.
- Des pluies d'ampleur inédite depuis 115 ans ont également concerné **les 2 Corées**.
- En revanche, une grande partie de la **Chine** a été affectée par une importante canicule et une grave sécheresse. Le débit du Yangtsé à Wuhan n'a jamais été aussi bas depuis 150 ans ; cela a permis de révéler trois statues bouddhistes datant de 600 ans.
- Le 3 juillet, une partie du glacier de la Marmolada dans les **Dolomites**, s'est effondré. Bilan : 6 morts.
- Le matin du 18 août, un système orageux du type "derecho" balaie la **Corse** ; les vents atteignent 225 km/h à Malignana et 197 à Calvi. Les dégâts sont très importants et l'on déplore la mort de 5 personnes. La tempête touche ensuite l'ouest de l'Italie et l'Autriche.
- Le 30 août, en **Catalogne**, des grêlons de 10 à 12 cm provoquent de gros dégâts et la mort d'une jeune fille, fait que l'on n'avait pas vu depuis des décennies en Europe.
- Le 15 septembre, des pluies diluviennes s'abattent sur la région des Marches, en **Italie** (localement 419 mm en 6 heures) ; elles provoquent la mort d'au moins 10 personnes.
- Les 16 et 17 septembre, en **Guadeloupe**, la tempête tropicale *Fiona* génère des pluies torrentielles (près de 500 mm à Capesterre-Belle-Eau) ; les dégâts sont considérables et l'on déplore la mort d'une personne. La tempête devenue ouragan a continué sa route vers **Porto-Rico** où l'on déplore 4 morts, la République dominicaine (2 morts) avant d'atteindre le 24 septembre l'est du Canada (rafales dépassant 180 km/h, vagues de près de 15 mètres, pluies torrentielles, 500 000 foyers sans électricité, maisons détruites..).
- Le 17 septembre, les premières neiges de la saison tombent au-dessus de 1500 mètres dans les Alpes, notamment en **Suisse** et en Autriche.
- Le 18 septembre, le typhon *Nanmadol* balaye le sud du **Japon** avec des pluies atteignant 400 à 500 mm ; la pression est tombée à 930 hPa.
- Les 28 et 29 septembre, la **Floride** est traversée par l'ouragan Ian (inondations catastrophiques)

Guy BLANCHET
Météo et Climat



FÊTE DE LA SCIENCE 2022 : DÉBAT "CLIMAT, RÔLE PÉDAGOGIQUE DU PRÉSENTATEUR MÉTÉO"

A l'occasion de la 31^{ème} édition de la Fête de la Science, le Forum International de la Météo et du Climat s'invite à Sorbonne Université et propose, en partenariat avec l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), un débat ouvert à tous et en accès libre

"Climat, rôle pédagogique du présentateur météo"

Avec **Laurent ROMEJKO** (France 3) et **Davide FARANDA** (LSCE-IPSL). Animé par la journaliste **Karine DURAND** (CNEWS & Futura)

À propos des intervenants :

Après des études à l'École supérieure de journalisme, Laurent ROMEJKO fait ses débuts dans l'émission Les Enfants du Rock sur France 2. Par la suite, il intègre différentes stations de radios, dont RFM et Autoroute FM, avant de retourner sur le groupe France Télévisions en 1989. Il rejoint l'émission Télématin où il présente une séquence sur les métiers d'avenir, mais c'est surtout en tant que présentateur météo pendant près de 24 ans. Depuis 1992, il présente l'émission Des Chiffres et des Lettres. En septembre 2012, il co-présente l'émission Météo à la carte sur France 3. Tous les jours, il présente la météo ainsi que des petites chroniques autour de la France et de ses régions. En 2020, il est co-auteur d'un jeu sur la météo et le climat "Le Grand Quizz préservons la Planète" au côté de son confrère Loïc ROUSVAL aux éditions Larousse

Davide FARANDA, climatologue au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Au Laboratoire des Sciences du climat et de l'environnement, Davide dirige l'équipe ESTIMR qui travaille à déterminer l'impact du climat. Auteur de plus de 90 publications scientifiques dans des revues internationales et d'un livre, le travail de Davide se situe à l'interface entre la physique, les mathématiques et la climatologie. Davide a coordonné un projet de recherche ANR national français (Boreas) et est coordinateur français de 3 projets internationaux : Eupheme, Edipi, Xaida. Le caractère interdisciplinaire et international de ses recherches a été reconnu en 2019 par le prix du jeune scientifique de l'Union géophysique européenne (EGU). Dans le cadre de ses activités de communication sur le changement climatique, Davide a également développé un jeu vidéo sur le changement climatique : <https://climarisq.ipsl.fr>

Samedi 15 octobre 2022 à 14h30 au Village des Sciences, Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, Paris (5^e)
+ d'info : <https://bit.ly/3UKdX5K>

AGENDA

Nos manifestations

Journée scientifique "Comprendre et s'approprier les messages-clés du 6^{ème} rapport du GIEC"

13 décembre 2022 | Hôtel de l'Industrie (Paris 6^e)

En prélude à la publication du 6^{ème} rapport d'évaluation du GIEC prévue début 2023, Météo et Climat consacre sa 14^{ème} journée scientifique au décodage de ce rapport et à la façon dont les multiples parties prenantes s'en emparent déjà. Le programme a été préparé par un comité scientifique présidé par Laurent Bopp (directeur du département des Géosciences de l'École normale supérieure).

PROGRAMME

Journée animée **Eloi CHOPLIN** Journaliste

9h15 - Ouverture

Jean JOUZEL Président de Météo et Climat

9h30 - Grand témoin

Valérie MASSON-DELMOTTE Co-présidente du Groupe I du GIEC

10h - SESSION 1 "Communiquer sur le changement climatique et ses impacts"

Keynote 1 : Christophe CASSOU Climatologue. Directeur de recherche CNRS

10h20 - Table-ronde 1 : Samuel MORIN CNRM (Météo-France - CNRS), **Daniel COMPAGNON** Sciences Po Bordeaux & AcclimaTerra, **Michel DUMORET** France Télévisions *tbc*, **Marie POCHON** Députée de la Drôme. Initiatrice de la pétition *L'Affaire du Siècle*, **David WILGENBUS** Délégué exécutif de l'Office for Climate Education

11h40 - SESSION 2 "Atténuer le changement climatique"

Keynote 2 : Yamina SAHEB Climatologue. Directeur de recherche CNRS

12h - Table-ronde 2 : Yann FRANÇOISE Ville de Paris, **Joseph HAJJAR** Secrétariat Général à la Planification, **Benoît LEGUET** I4CE, **Valérie QUINIOU-RAMUS** ADEME, **Lola VALLEJO** IDDR

14h30 - SESSION 3 "S'adapter à un climat qui change"

Keynote 3 : Wolfgang CRAMER Directeur de recherches CNRS à l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie Marine et Continentale

15h - Table-ronde 3 : Sarah FEUILLETTE AESN, **Anne-Sophie GRAVE** CDC Habitat, **Sandra LAVOREL** CNRS, **David MONCOULON** CCR

16h - Conclusion

Marie CARREGA ONERC

16h30 - Clôture

+ info et inscription : <https://bit.ly/3Cl7E1b>

PARUTION

La Météorologie



Pré-sommaire N°119 - Novembre 2022

LA VIE DE MÉTÉO ET CLIMAT

■ 19^{ème} Forum International de la Météo et du Climat 2022

ARTICLES

- Observer les nuages au sommet du puy de Dôme (L. DEGUILLAUME & BIANCO)
- Normales climatiques 1991-2020 (M. SOREL & AL.)
- Dispersion des plastiques marins flottants à la surface des océans (C. MAES)
- Relevés de température et méthodes d'étalonnage des thermomètres à l'Observatoire de Paris (1683-1732) (E. CHASSEFIÈRE)

LE TEMPS DES ÉCRIVAINS

LU POUR VOUS, VIENT DE PARAÎTRE

SAISON CYCLONIQUE

LES PHOTOS DU MOIS

RÉSUMÉS CLIMATIQUES

ANNONCES

4-6 oct.
2022

4^{ème} Sommet Climate Chance Afrique
Dakar | Sénégal

Organisé par Climate Chance, ce rendez-vous annuel de l'action climat sur le continent africain, rassemblera les acteurs non-étatiques et gouvernements locaux afin de porter les actions, messages et projets sur le devant de la scène "climat" internationale à travers une vaste campagne d'appel à contributions.

+ d'info : <https://bit.ly/3xMu1Kn>

25-26 oct.
2022

Biomim'Expo
Cité des sciences | Paris

Unique rassemblement du biomimétisme et des innovations bio-inspirées, Biomim'expo rassemblera scientifiques, chercheurs, startups, grands groupes, organismes publics, et écoles à travers des conférences, entretiens, débats et tables-rondes mais aussi des ateliers participatifs, des galeries expos, un forum d'exposants, des démonstrations en direct de chercheurs, et des dédicaces d'auteurs autour du thème "Vivre sur Terre".

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