

ENTRETIEN



Phil EVANS

Directeur Général d'EUMETSAT

Cela fait maintenant 2 ans que vous dirigez Eumetsat, quelles ont été vos premières impressions ?

C'est une organisation incroyablement professionnelle et compétente, où le mélange des différentes cultures européennes fonctionne merveilleusement, tout comme au Centre européen de prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT). Et c'est aussi un moment très important dans l'histoire de cette organisation qui va voir un développement considérable de ses opérations.

Justement pouvez-vous nous parler des toutes prochaines étapes concernant les programmes météorologiques

Nous commençons juste en la bascule sur les nouvelles générations des programmes Météosat et MetOp. Pour les deux programmes, nous passons à des systèmes à plusieurs satellites. Le premier Météosat imageur MTGI-1 a été lancé en décembre dernier. La première image devrait être disponible en avril et le satellite pleinement opérationnel à la fin de l'année. Ces satellites géostationnaires sont très différents des précédents : ils ne sont plus "spinnés" (balayage assuré par la rotation du satellite sur lui-même) mais ont une stabilisation 3-axes plus complexe mais qui assure une performance très supérieure et permet de faire du sondage. Le premier Météosat sondeur MTGS-1 sera lancé fin 2024. Viendront ensuite les MetOp de seconde génération SG-A1 (sondeurs et imageurs), et SG-B1 (micro-ondes).

Nous disposerons alors d'un système d'observation météorologique satellitaire très performant composé au total de cinq satellites, trois Météosat de troisième génération (deux MTG-I et un MTG-S) et deux MetOp de seconde génération.

Eumetsat est maintenant également fortement impliqué dans le programme Copernicus. Pouvez-vous nous parler des développements attendus pour la prochaine décennie

Cette implication a déjà commencé avec les satellites Sentinelles-3 qui mesurent l'altimétrie, la température et la couleur de surface des océans, et les Sentinelles-6 qui les complètent avec une mesure d'altimétrie à haute résolution pour la mission de surveillance océanique du service marine de Copernicus. Nous allons aussi disposer d'instruments Copernicus embarqués sur nos satellites pour la mesure de la composition de l'atmosphère et des aérosols : ce sont les Sentinelles-4 sur Météosat et Sentinelles-5 sur MetOp. De plus nous gérons, en collaboration avec le CEPMMT et Mercator Océan International, l'infrastructure d'accès aux données Copernicus "WEkEO", qui est un complément indispensable pour valoriser les investissements effectués dans le segment spatial de Copernicus.

Enfin, nous avons d'ores et déjà un accord avec la Commission européenne pour prendre en charge les opérations des futures missions de mesure du CO₂ atmosphérique (CO₂M) qui seront déployées sur la seconde moitié de la décennie.

Nous générerons aussi les produits atmosphériques et océanographiques globaux des missions CIMR et CRISTAL. Nous serons alors sans aucun doute le principal opérateur de satellites du segment spatial Copernicus.

Eumetsat a-t-elle encore d'autres projets en vue ?

Oui, et cela concerne aussi bien les composantes spatiales que les segments sol. Pour la composante spatiale nous avons deux projets. Le premier est la suite opérationnelle de la mission Aeolus de mesure du vent en altitude, qui a démontré un impact important sur la prévision numérique. Ce projet inclura deux satellites assurant une durée de dix ans. Le second projet, dénommé EPS-Sterna, concerne la couverture des zones polaires, en particulier arctiques, avec une flotte de six petits satellites d'environ 150 kg répartis sur trois orbites, emportant un sondeur micro-ondes. Ce projet prévoit de quinze à vingt satellites pour couvrir dix années de fonctionnement.

Les décisions concernant la phase préparatoire du programme seront discutées l'an prochain et le lancement du programme lui-même est prévu en 2025. Nous avons aussi de grandes ambitions concernant le segment sol. Nous visons une rationalisation des multiples segments sols, qui fera appel aux nouvelles techniques d'apprentissage profond et d'intelligence artificielle. Nous en sommes vraiment au démarrage de cette réflexion.

Et pour conclure ?

Notre coopération avec le CEPMMT, déjà très active depuis longtemps, est appelée à se développer encore plus. Nous en avons parlé avec WEkEO et nous contribuons aussi, avec les services météorologiques européens, au développement du European Weather Cloud. Cela concernera aussi bien sûr les études d'impact pour les nouvelles missions spatiales. Mais cela concernera aussi de nouveaux programmes européens comme Destination Earth.

Propos recueillis par
Dominique MARBOUTY Météo et Climat

En savoir plus :

- sur MTG : www-cdn.eumetsat.int/files/2020-07/pdf_mtg_brochure_v04-fr.pdf
- sur MetOp-SG : www.eumetsat.int/metop-sg

Météo et Climat Info n°95 – Mars 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)

[MeteoetClimat](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
OSSES



p.3
FOCUS
Le projet CLIMArcTIC



p.5
FOCUS
CC en Auvergne-Rhône-Alpes



p.7
CHRONIQUE
La tempête KLAUS



p.8
FOCUS
MOSAÏ

COUP DE PHARE

Les Expériences de Simulations de Systèmes d'Observations (OSSE) : un environnement simulé pour contribuer à la définition de futures missions spatiales

Le système d'observation satellitaire pour l'observation de la Terre et la prévision météorologique, qui inclura bientôt la nouvelle flotte européenne de satellites d'observations de la Terre Meteosat Troisième Génération (MTG) et MetOp Seconde Génération (MetOp-SG), a atteint un degré de maturité très élevé, en termes de variété et de qualité des observations fournies. Toute future amélioration de ce système s'avèrera ainsi être un défi tant scientifique que technologique. Ceci implique que les spécifications des instruments spatiaux à venir (au-delà de 2040) seront complexes à mettre en place et encore plus exigeantes que par le passé en termes de justifications scientifiques. Explorer l'impact potentiel qu'auraient de futures observations sur différentes applications, dont la prévision numérique du temps, va ainsi devenir de plus en plus courant.

Des éléments quantitatifs en termes de bénéfices de la télédétection spatiale sur la qualité des prévisions sont souvent attendus afin de répondre à un certain nombre de questions, par exemple : (i) quel taux de revisite et quelle résolution spatiale des observations seront-ils nécessaires dans les années à venir ? (ii) est-il possible d'accepter des observations de qualité moindre qu'aujourd'hui si elles sont plus nombreuses (iii) quelles longueurs d'onde faut-il privilégier ? etc.

Deux cadres expérimentaux ont été développés par la communauté scientifique pour évaluer l'impact de futures observations et fournir des éléments de réponses quantitatifs à ces questions. Le premier cadre s'appelle Expériences de Simulations de Systèmes d'Observations (OSSE pour l'acronyme anglais). Celui-ci a été développé à l'origine par la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) et la NASA (National Aeronautics and Space Administration), agences précurseurs en la matière, depuis les années 1980.

Ce concept d'OSSE a ensuite été repris par d'autres organismes dont le CNRM et exploité pour divers projets depuis la fin des années 1990. Le second cadre, développé au CEPMMT, est basé sur des Expériences d'Assimilation d'Ensemble (EDA pour l'acronyme anglais). Ces deux cadres ont notamment été utilisés pour la définition du lidar vent AEOLUS et la définition des besoins en matière d'observations de radio-occultation.

Le fonctionnement typique d'une OSSE est montré sur la figure. Une OSSE consiste dans un premier temps à générer un état de l'atmosphère qui sera utilisé comme "réalité" par la suite. Cet état de l'atmosphère est généralement appelé "Nature Run". Une deuxième étape consiste à générer des observations simulées à partir du Nature Run, à la fois pour le nouvel instrument que l'on veut étudier mais aussi pour le système d'observation existant (données in-situ comme les radiosondages, les données avions et données de télédétection spatiale). Ces observations peuvent alors être utilisées pour réaliser des expériences de prévision numérique du temps. Un élément important à considérer lors de la construction d'une OSSE est l'introduction de différences entre le modèle ayant servi à construire le Nature Run, et le modèle servant à l'expérience d'assimilation. Ceci permet d'introduire des erreurs de modélisation dans les prévisions. Il est par exemple possible d'utiliser deux modèles distincts pour le Nature Run et l'assimilation ou bien le même modèle mais avec des résolutions et des paramétrisations physiques différentes. C'est cette seconde solution qui est actuellement privilégiée au CNRM. Les prévisions générées sont ainsi entachées d'erreurs que l'on peut quantifier à partir du Nature Run : en menant plusieurs expériences d'assimilation avec et sans les observations simulées du nouvel instrument, il est alors possible de quantifier son impact quand il est ajouté au reste du système d'observation.

Ces dernières années, deux projets d'OSSE ont été menés au CNRM avec le modèle régional AROME, le premier pour préparer l'assimilation du sondeur hyperspectral IRS à bord de MTG avec le soutien d'EUMETSAT, le second pour évaluer l'intérêt d'un sondeur micro-ondes à bord d'un satellite géostationnaire à la demande de l'ESA. Actuellement, trois projets d'OSSE sont en cours avec le modèle de prévision à échelle planétaire ARPEGE. Le premier, mené avec le soutien du CNES, concerne la préparation de l'assimilation du sondeur hyperspectral IASI-NG à bord de MetOp-SG et l'étude de son impact sur la prévision. Le deuxième, mené également avec le CNES, concerne une Phase 0 nommée CMIM pour Constellation de Mini sondeurs pour la Météorologie ; elle consiste à étudier l'impact de différents instruments miniaturisés infrarouge et micro-ondes. Le troisième, mené avec EUMETSAT, consiste à étudier l'impact du nombre de satellites et de leurs orbites dans une constellation de sondeurs micro-ondes pour le projet EPS-Sterna. Cette constellation sera proposée aux états membres d'EUMETSAT en complément des programmes MTG et MetOp-SG, avec nos résultats d'OSSE à l'appui.

Pour en savoir plus :

Chambon, P., et al.: Global Observing System Experiments within the Météo-France 4D-Var Data Assimilation System. Mon. Wea. Rev., 151, 127-143, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-22-0087.1>, 2023.

P. CHAMBON, N. FOURRIÉ, O. AUDOUIN, T. CARREL-BILLIARD, O. COOPMANN, R. MARTY et L. RIVOIRE CNRM (Météo-France – CNRS), Toulouse

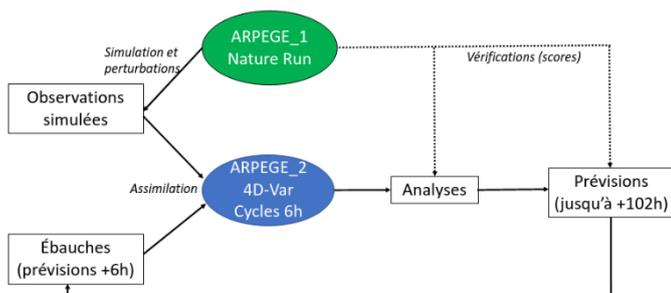


Schéma de fonctionnement d'une expérience d'OSSE global au CNRM. ARPEGE_1 correspond à une configuration d'ARPEGE à haute résolution (5 km sur l'Europe) avec le schéma de convection actuellement opérationnel à Météo-France. ARPEGE_2 correspond à une configuration d'ARPEGE à plus basse résolution (25 km sur l'Europe) avec le schéma de convection qui était utilisé opérationnellement jusqu'à l'été 2022.

FOCUS

Comprendre les conséquences locales et globales du changement climatique en Arctique : le projet CLIMArcTIC



Photo de la glace de mer fracturée près du pôle nord, en septembre 2021.
Crédit : C. Lique

Les stigmates du changement climatique observés en Arctique sont actuellement exacerbés par rapport au reste de la planète et, tout comme l'Antarctique, cette région polaire joue un rôle important dans l'évolution globale du climat. Comprendre les transformations en Arctique et leurs conséquences à échelle globale est ainsi essentiel pour prévoir les changements environnementaux dans les prochaines décennies. L'expression la plus spectaculaire de ces transformations est le déclin important et rapide de la glace de mer, mais ce n'est pas le seul changement.

Les températures augmentent jusqu'à quatre fois plus rapidement que la moyenne globale. La couche de surface de l'océan se désalinise et s'acidifie. Les changements des conditions environnementales modifient la production primaire océanique, les écosystèmes marins et la chaîne alimentaire marine. Les peuples arctiques, soit presque 4 millions d'habitants, assistent à des mutations profondes de leur environnement naturel et des ressources dont ils dépendent. Ils sont également directement touchés par

l'émergence de nouvelles activités socio-économiques dans la région (l'extraction de ressources, le tourisme, la navigation). Les changements dans l'Arctique peuvent potentiellement déclencher des modifications de la circulation océanique et atmosphérique qui vont avoir un impact sur le climat à l'échelle globale.

Les modèles climatiques, analysés dans le dernier rapport du GIEC, prévoient tous que les changements observés en Arctique vont s'intensifier fortement dans le futur. Cependant, ils ne s'accordent pas sur l'intensité et la rapidité des changements affectant les conditions environnementales dans les différentes régions de l'Arctique, que ce soit l'épaisseur de la glace de mer, la température ou la salinité des différentes couches de l'océan, ou encore la quantité présente de nutriments. Ceci entrave fortement la capacité à examiner les impacts locaux et globaux de ces changements.

Le projet CLIMArcTIC (climarcctic.cnrs.fr), sélectionné par le programme prioritaire de recherche (PPR) dédié aux Océans et au Climat, a pour objectifs de comprendre et de prévoir (1) les réponses régionalisées des conditions physiques et biogéochimiques en Arctique à l'intensification future du changement climatique au cours du 21^{ème} siècle ; (2) les impacts associés pour les communautés arctiques locales, les activités socio-économiques de la région ainsi que sur le climat global. Ces objectifs ne peuvent être atteints qu'avec une approche résolument intégrative et pluridisciplinaire : le consortium CLIMArcTIC rassemble ainsi une cinquantaine de chercheurs et d'ingénieurs spécialisés en océanographie physique, glaciologie, dynamique du climat, mathématique appliquées et intelligence artificielle, biogéochimie, biologie, sciences politiques, géographie, droit, anthropologie, développement régional et géopolitique. Enfin, CLIMArcTIC a aussi pour souci d'échanger avec la société sur les questions liées à l'urgence climatique par le biais de programmes de sensibilisation et d'éducation innovants.

Camille LIQUE Chercheuse Ifremer au Laboratoire d'Océanographie physique et spatiale et le **consortium CLIMArcTIC**

EN BREF

EXTRAIRE DIRECTEMENT LE CO₂ DE L'AIR

Le 30 janvier 2023, les Etats-Unis (DoE, Department of Energy) ont annoncé la sélection de 12 projets relatifs à la capture et à la séquestration du carbone, pour un total de 23,7 millions de dollars. Peu de temps après a été annoncée la création d'un nouveau groupe rassemblant plus de 20 entreprises, la "Carbon Removal Alliance", pour défendre les intérêts de ce secteur

industriel naissant. Une des principales technologies actuellement éligibles aux subventions fédérales est le captage direct dans l'air, dont l'intérêt réside dans la possibilité d'installer le système de captage à proximité immédiate de la zone de stockage, minimisant ainsi le besoin en transport de CO₂ et le coût associé.

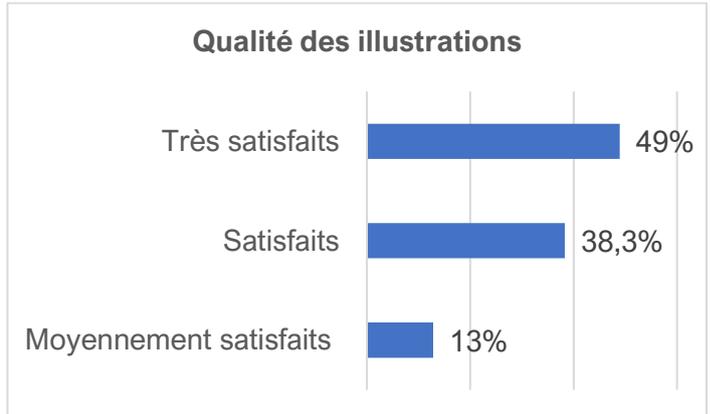
+ d'info : [Les Etats-Unis investissent dans l'élimination directe du CO₂ atmosphérique - France-Science](#)

⚡ EN BREF

Ce que nous avons retenu de l'enquête de satisfaction

Les réponses au questionnaire sur *Météo et Climat Info* diffusé le 30 novembre 2022 sont très utiles pour continuer à faire vivre au mieux notre Lettre, nous vous en remercions.

Le Comité éditorial a tout d'abord été sensible à la satisfaction généralement exprimée dans les réponses. Concernant différents points sur lesquels nous avons souhaité recueillir votre avis (mise en page, rédaction et qualité graphique) on note en effet des indices de satisfaction dépassant les 90 %. À noter aussi qu'aucun avis exprimant une insatisfaction, même modérée, n'a été exprimé.



Les réponses étaient aussi porteuses de suggestions qui ont toutes été examinées avec intérêt au sein du Comité de rédaction :

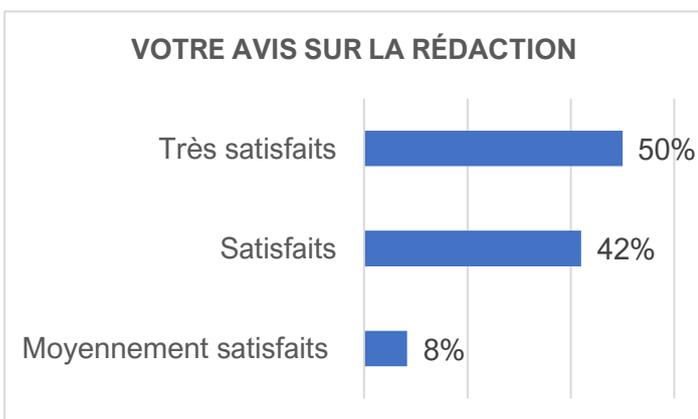
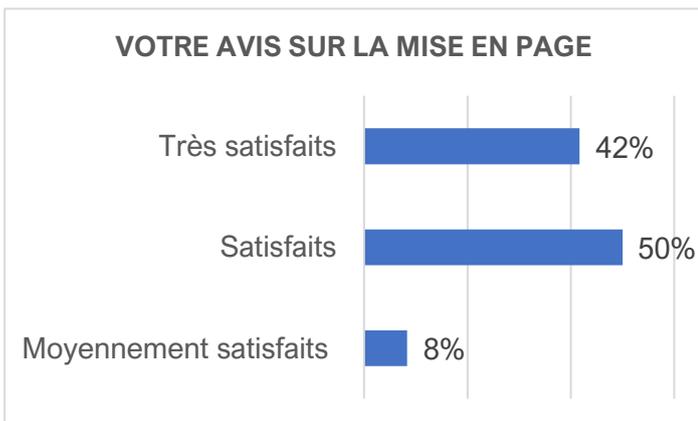
- nous n'avons finalement pas souhaité retenir l'idée d'avoir une rubrique "Lu pour vous" dans la Lettre, car cette rubrique est déjà une rubrique régulière de la revue *La Météorologie* ;

- concernant la création d'un "Courrier des lecteurs", il nous semble que ceci va nécessiter que le Comité de rédaction s'organise au mieux pour assurer un suivi des questions et des remarques, et proposer des réponses au bon niveau. Nous continuons à réfléchir au meilleur dispositif à mettre en place ;

- nous sommes enfin extrêmement heureux d'avoir reçu plusieurs propositions de lecteurs pour rédiger eux-mêmes des textes sur des sujets potentiellement très intéressants pour la Lettre. Les contacts ont été pris très rapidement avec les auteurs volontaires et vous trouverez dans le présent numéro le texte de Jean-Bernard Suchel "Quelques aspects du réchauffement climatique dans la région Auvergne- Rhône-Alpes". Pour faire suite à cette première contribution 6 autres sont annoncées, et le calendrier prévisionnel nous laisse espérer que pratiquement chaque numéro ultérieur pourra accueillir une autre de ces propositions, jusqu'à fin 2023 et probablement au-delà. Mais que ces bonnes nouvelles n'empêchent pas les autres lecteurs de prendre l'initiative de nous contacter pour offrir une contribution à la Lettre.

Encore merci pour votre collaboration !

Le Comité éditorial de *Météo et Climat Info*



FOCUS

Quelques aspects du réchauffement climatique dans la région Auvergne-Rhône-Alpes

Le réchauffement climatique est examiné à l'échelle d'une vaste région française : la région Auvergne-Rhône-Alpes (AuRA), dont la grande diversité géographique suscite des différences significatives dans l'intensité du phénomène selon les milieux considérés. On ne présente ici que quelques aspects essentiels.

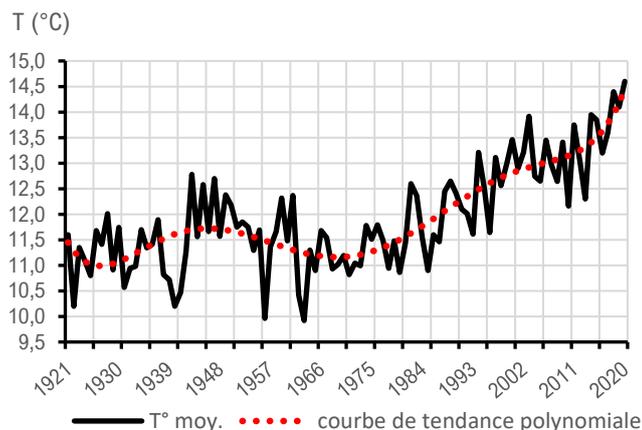


Figure 1 : Évolution des températures moyennes annuelles à Lyon (Bron)

L'évolution des températures moyennes annuelles peut être suivie sur les cent années d'observation de la station de Bron dans la banlieue est de Lyon. La figure 1 ▲ fait ressortir la véritable rupture qui s'est produite dans les années 80 au terme d'une première période marquée par une grande variabilité, mais sans tendance nette, alors que les quarante dernières années révèlent une dérive à la hausse impressionnante.

Le tableau qui suit montre la singularité de la décennie récente 2011-2020 par rapport à la "normale" trentenaire précédant la dérive des températures ; il met aussi en évidence l'inégale ampleur du réchauffement selon les milieux géographiques.

Comparaison des températures moyennes annuelles (Tm) de stations d'Auvergne-Rhône-Alpes pour deux périodes

Régions	Stations	Tm 1951-80	Tm 2011-20	Différence 2011-20/1951-80
Culoir Saône-Rhône	Ambérieu	10°6	12°5	+ 1°9
	Lyon (Bron)	11°3	13°7	+ 2°4
	Montélimar	12°8	14°8	+ 2°0
Massif Central	St-Etienne (Bouthéon)	10°2	12°4	+ 2°2
	Clermont-Fd (Aulnat)	10°8	12°7	+ 1°9
	Le Puy (Chadrac)	9°1	10°9	+ 1°8
	Le-Mont-Dore	6°9	8°7	+ 1°8
Alpes	Challes-les-Eaux	10°2	12°5	+ 2°3
	Bourg-Saint-Maurice	8°8	11°2	+ 2°4
	Chamonix	6°4	8°5	+ 2°1
	Thonon-les-Bains	10°5	12°0	+ 1°5

Globalement la hausse des températures dans la région AuRA entre la période 1951-1980 et la décennie 2011-2020 excède largement 1,5°C. Dans le détail, cette hausse s'avère plus importante dans deux types de milieux. L'un est celui des grosses agglomérations urbaines : Lyon surtout, mais aussi Saint-Etienne et même Clermont-Ferrand, bien que les stations de Bouthéon et Aulnat soient, beaucoup plus que Bron, à l'écart du cœur de l'agglomération. Il est probable que l'intensification contemporaine des activités humaines (extension du bâti, transports, chauffage, climatisation...), à l'origine de "l'îlot de chaleur urbain", soit un facteur amplificateur du réchauffement général. On peut supposer que l'énorme trafic que canalise la vallée du Rhône peut avoir un rôle similaire pour Montélimar. L'autre milieu affecté par une hausse de température supérieure à la moyenne est celui des grandes vallées alpines, parcourues elles aussi par un intense trafic routier, concernant Challes-les-Eaux (près de Chambéry), Bourg-Saint-Maurice et Chamonix ; mais ne serait-ce pas surtout la conséquence de la régression des glaciers et la diminution de l'enneigement en durée et en épaisseur ? A l'inverse, Thonon se singularise par la relative modicité du réchauffement sous l'effet modérateur de l'inertie thermique de l'immense plan d'eau du Léman.

Une autre manière d'évoquer cette modification du climat régional est d'utiliser des seuils thermiques significatifs : nombres de jours sans dégel et nombres de jours de forte chaleur (>= 30°C) en comparant plusieurs périodes.

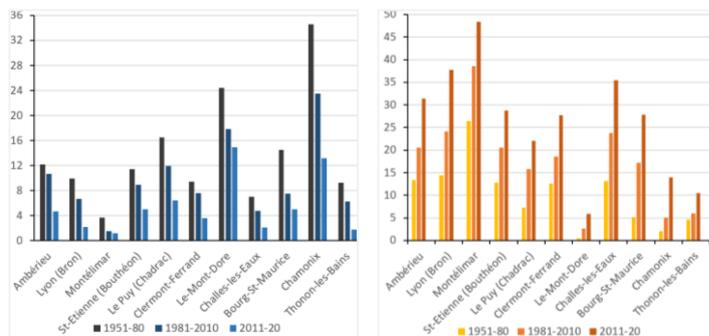


Fig.2 : Nombres moyens annuels de jours sans dégel (Tx <= 0°) et de jours de forte chaleur (Tx >= 30°)

La diminution des nombres de jours sans dégel est partout considérable. Ceux de la décennie 2011-20 sont réduits à moins d'un tiers par rapport à la période 1951-80 non seulement parmi les stations les plus affectées par le réchauffement : Lyon, Montélimar, Challes-les-Eaux, Bourg-Saint-Maurice, mais même à Thonon.

Une image inverse est donnée par la progression des nombres de jours de forte chaleur, qui font plus que doubler entre 1951-80 et 2011-20, sauf à Montélimar, station la plus méridionale, déjà très affectée par la chaleur dans la première période.

Ce réchauffement est particulièrement net dans les stations les plus élevées : Le-Mont-Dore, Chamonix, Bourg-St-Maurice et même Le Puy.

Jean-Bernard SUCHEL

Professeur honoraire Université de Saint-Etienne

+ d'info : orcae-auvergne-rhone-alpes.fr/analyses-thematiques/climat/impacts-du-changement-climatique

⚡ EN BREF



La proposition présentée par George Soros en février 2023 de création de nuages artificiels salés dans le ciel de l'Arctique

QUID DE LA GESTION DU RAYONNEMENT SOLAIRE ?

L'une des réponses les plus controversées à l'urgence climatique est la proposition de modification du rayonnement solaire (SRM, Solar Radiation Modification). Une start-up américaine, Make Sunsets, a conduit sans aucune autorisation, au Mexique, une expérience d'injection de quelques grammes de dioxyde de soufre dans la haute atmosphère à partir de ballons. Après avoir été interdite au Mexique, cette start-up a reproduit l'expérience en février 2023 dans le Nevada. Son modèle d'affaires consiste à vendre des "crédits de refroidissement", à raison de 10 dollars pour chaque gramme injecté dans la stratosphère. Malgré l'absence totale de références scientifiques de son créateur, elle a trouvé ses premiers clients, et levé des fonds à hauteur de 750 000 dollars. Autre fait récent médiatisé, le milliardaire George Soros vient de proposer l'injection de gouttelettes d'eau de mer dans l'atmosphère par une flotte de 500 navires pour créer des nuages artificiels salés, ralentir le réchauffement de l'Arctique et éviter de redoutables "points de basculement" climatiques dans cette région.

Rappelons que ce type de proposition a conduit en janvier 2022 un collectif de 16 chercheurs à publier une lettre ouverte aux gouvernements et aux Nations-Unies, appelant à un accord international sur le non-recours à cette "géo-ingénierie solaire", avec cinq exigences : pas de financement public de la recherche dans ce domaine, pas d'expériences en extérieur, pas de délivrance de brevets, pas de déploiement de technologies, pas de soutien de la part d'institutions internationales. Plusieurs centaines de signataires ont ensuite rejoint cet appel.

+ d'info : [Climat : la proposition sulfureuse de la "modification du rayonnement solaire" - France-Science](#)

EL NIÑO ET L'ASIE DU SUD-EST

Les événements El Niño et La Niña sont des processus climatiques dont la signature est associée à des variations intenses de la température de surface de l'océan Pacifique tropical. Par exemple, lors d'un El Niño, on observe un réchauffement de la surface de l'océan Pacifique tropical Est. Mais il existe des événements similaires moins intenses où seule la partie centrale du Pacifique tropical se réchauffe. Ce type est appelé El Niño Modoki (Modoki signifie en japonais "semblable mais différent"). Les événements La Niña et La Niña Modoki correspondent eux à des refroidissements de ces régions.

Ces phénomènes se produisent régulièrement et on sait qu'ils ont un impact majeur sur les échanges atmosphériques et océaniques d'eau et de chaleur, et affectant le climat de la planète entière et provoquant localement des épisodes de sécheresse, canicule ou inondations. Une étude récente montre que l'Asie du sud-est est particulièrement touchée avec des modulations inattendues. Les sécheresses provoquées en été sur toute l'Asie du sud-est par El Niño Modoki seraient moins intenses que pendant El Niño. Au contraire les inondations induites en hiver par La Niña Modoki au Sud de la région seraient encore plus graves que pendant La Niña

+ d'info : www.univ-tlse3.fr/comment-el-nino-et-el-nino-modoki-affectent-les-precipitations-en-asie-du-sud-est



Claude Lorius en Antarctique (source : CNRS)

DISPARITION DU CLIMATOLOGUE CLAUDE LORIUS

Claude Lorius nous a quittés le 21 mars, à l'âge de 91 ans. Son travail pionnier a permis de reconstituer l'histoire des relations entre les gaz à effet de serre dans notre atmosphère et la température à la surface de la terre sur les derniers millénaires.

Ainsi, grâce à la mesure de la composition isotopique de la glace antarctique et de la concentration en gaz des bulles d'air emprisonnées dans cette glace, les bases expérimentales indiscutables du lien entre climat et gaz à effet de serre ont été établies. Il a permis à l'École française de glaciologie de se développer jusqu'à aujourd'hui.

Il a reçu les prix nationaux et internationaux les plus prestigieux, et tous ceux qui ont eu la chance de travailler avec lui, ou tout simplement de le rencontrer et de le connaître, se souviendront de sa modestie scientifique et de son caractère ouvert et amical. Claude Lorius est au Panthéon de notre science.

Le Comité éditorial de *Météo et Climat Info*

LA CHRONIQUE DE GUY BLANCHET

La tempête **KLAUS** du 24 janvier 2009

Le 24 janvier 2009, une violente tempête, nommée *Klaus*, traverse rapidement la France de la Charente-Maritime à la Côte d'Azur ; elle affecte également l'Espagne et l'Italie. *Klaus* est considérée comme la tempête la plus violente depuis celles de décembre 1999.

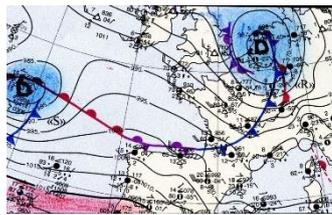


Fig. 1 - Situation le 23 en surface à 12h

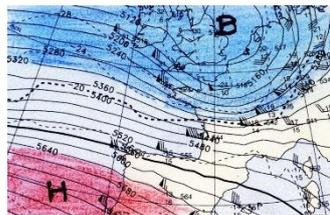


Fig. 2 - Situation le 23 à 500 hPa à 12h



Fig. 3 - Centre de Klaus le 24 à 4 h



Fig. 4 - Trajet de la dépression

ÉVOLUTION DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE

Depuis le 20 janvier, les perturbations océaniques se succèdent sur la France, pilotées par un vigoureux jet. Le 23 (fig.1 et fig. 2 ▲), une dépression se creuse très au large sur l'Atlantique ; nommée *Klaus* par l'Université de Berlin, elle se dirige rapidement vers l'est (fig. 3 ▲) et aborde le continent au niveau de La Rochelle le 24 vers 5 heures avec une pression de 965 hPa (fig.4 ▲). Elle atteint Clermont-Ferrand en fin de matinée avec 977 hPa (fig. 4 ▲, 5 et 6 ▼), avant de prendre la direction du Golfe de Gênes.

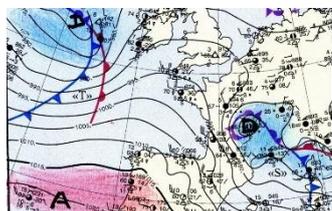


Fig. 5 - Situation le 24 en surface à 12h

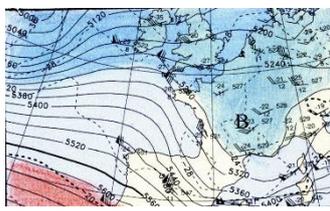


Fig. 6 - Situation le 24 à 500 hPa à 12h

LE VENT

Les vents les plus violents soufflent plus au sud, selon une trajectoire Landes-Languedoc (fig.4). La première rafale est relevée à 96 km/h le 24 à 1 heure à La Pointe de Socoa. Dans la matinée, les rafales atteignent 173 km/h à Biscarosse et au Cap Ferret ; à la mi-journée, 184 km/h à Perpignan, 159 km/h à Narbonne ; à 16 h, le Cap Béar enregistre une rafale à 191 km/h (moyenne : 144 !). La Corse est touchée (167 Km/h à Ajaccio-la Parata, 162 à Conca).

Voici les vitesses maximales du vent du 24 janvier (en km/h) : 258 au Pic du Midi (65) ; 216 au Col d'Envalira (Andorre) ; 191 au Cap Béar (66) et à Formiguères (66) ; 186 à Gruissan (11) ; 185 au

Mont-Aigoual (30) ; 184 à Perpignan (66) ; 177 à St-Paul-de-Fenouillet (66) ; 173 au Cap Ferret (33) et à Biscarosse (40) ; 167 à Loudervielle (65) et Ajaccio-la Parata (2A) ; 163 à Lézignan-Corbières (11) ; 162 à Conca (2A) ; 160 à Bordeaux (33) ; 159 à Narbonne (11) ; 157 à Vic-en-Bigorre (65) ; 155 à Leucate (11) ; 151 à Socoa (64) et 150 à St-Félix-Lauragais (31).

LES PRÉCIPITATIONS

Les précipitations (fig.7 ▼) sont fréquentes et abondantes du 22 au 24 dans le sud-ouest, notamment dans les Landes (80 à 90 mm) et les Pyrénées-Atlantiques (100 mm à Biarritz). Elles sont parfois mêlées de neige (par phénomène d'isothermie). Les sols sont détrempés, ce qui facilite les chutes d'arbres. Des crues affectent plusieurs cours d'eau : la Charente, l'Adour, la Dordogne (importants dégâts à Brantôme) et la Garonne (à La Réole, le fleuve atteint la cote de 8,69 m).

CUMUL DES PRÉCIPITATIONS SUR 3 JOURS – 24 JANVIER 2009

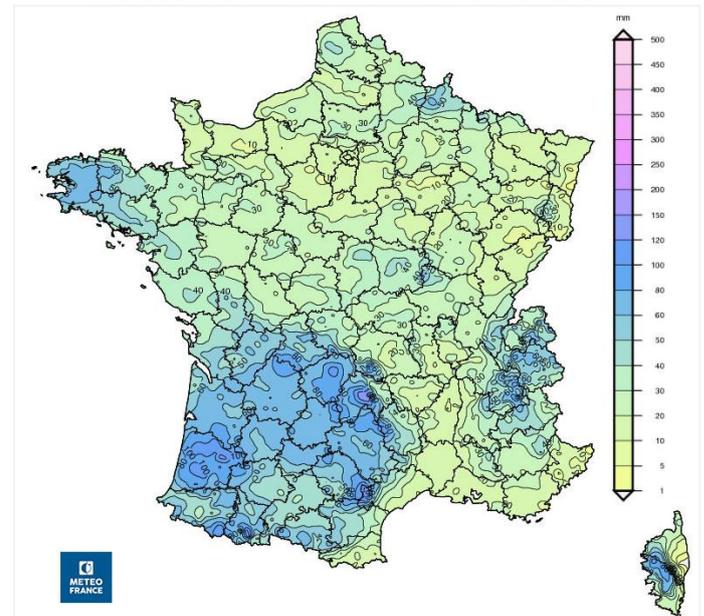


Fig. 7 : Précipitations du 22 au 24 janvier

LES IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

1,8 Million de foyers étaient privés d'électricité le soir du 24 janvier (dont 340 000 dans les Landes et 300 000 dans les Pyrénées-Orientales). D'importantes perturbations affectent le trafic routier, ferroviaire et aérien et les infrastructures portuaires sont dévastées, notamment à Andernos. 60 % de la forêt landaise sont affectés. À Bordeaux, 500 arbres sont déracinés ou abattus. Des stations de sports d'hiver sont fermées. Neuf départements ont été mis en vigilance rouge ; l'état de catastrophe naturelle est reconnu pour des communes de sept départements. Au total, la tempête a provoqué la mort de 31 personnes en Europe, dont 15 en Espagne, 12 en France et 4 en Italie. En France, les dégâts sont évalués à 1,2 Milliard d'euros.

Guy BLANCHET
Météo et Climat

FOCUS

MOSAI - Modèles et Observations pour les Interactions Surface-Atmosphère

Les phénomènes météorologiques tirent leur énergie de la surface terrestre et dissipent la majeure partie de leur énergie près de la surface. La surface continentale, par sa topographie, son humidité, sa température ou l'activité de la végétation, a un impact sur l'atmosphère de l'échelle journalière à l'échelle saisonnière. Les interactions entre la surface et l'atmosphère influencent les événements extrêmes, tels que la sécheresse et les vagues de chaleur. Par conséquent, la surface continentale peut avoir un impact sur les trajectoires climatiques. Une évaluation précise des échanges surface-atmosphère et leur représentation correcte sont donc essentielles pour la prévision du temps et la simulation de l'évolution du climat selon divers scénarios d'émissions des gaz à effet de serre. Plusieurs programmes scientifiques internationaux (GEWEX et WCRP¹) ont souligné l'importance du couplage surface-atmosphère pour les modèles météorologiques et climatiques et ont montré que les erreurs de simulation des flux de surface de chaleur et d'humidité sont le deuxième problème le plus important à résoudre pour améliorer les modèles de façon significative. En effet, les modèles numériques climatiques et de prévision du temps ont souvent des biais importants sur les flux de surface - paramètres qui traduisent les échanges entre la surface et l'atmosphère - quand ils sont comparés aux observations. La quantification détaillée et la réduction de ces biais sont toujours en cours dans de nombreux centres de modélisation. Le projet MOSAI vise à contribuer à cet effort.

Le premier objectif scientifique du projet est d'établir des mesures de flux long terme, bien documentées en termes d'hétérogénéité de surface, pouvant servir de références pour l'évaluation des modèles. Le deuxième objectif est de mettre en place des méthodes de comparaison observations/modèles pertinentes et capables de mettre en évidence les faiblesses des modèles. Le troisième objectif scientifique porte sur l'amélioration de la représentation des hétérogénéités de surface dans les modèles et de leurs interactions avec l'atmosphère.

Trois campagnes de mesures, de un an chacune sur trois sites de mesure pérenne de l'infrastructure de recherche ACTRIS², visent à fournir des données à long terme pour une meilleure évaluation des interactions surface-atmosphère dans les modèles. La première campagne s'est déroulée à Toulouse sur le site de Météo-France de juin 2020 à juillet 2021, la deuxième campagne s'est déroulée à Paris sur le site du SIRTA (IPSL) durant le programme PANAME sur l'année 2022, la troisième débute en avril 2023 et se déroulera sur la Plateforme Pyrénéenne d'Observation Atmosphérique de l'OMP, dans les Hautes Pyrénées (fig.1 ►).

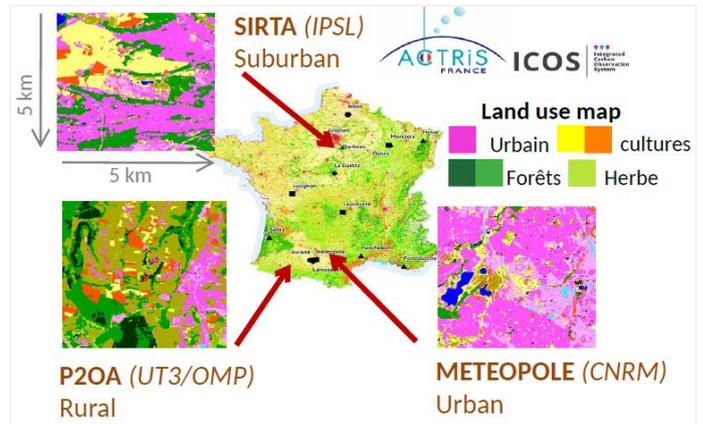


Fig. 1

La figure 2 ▼ montre le résultat d'une première comparaison observations/modèles sur le site toulousain. Si les résultats semblent très cohérents pour les flux de chaleur, les flux de vapeur d'eau sont très hétérogènes en fonction de la surface et les modèles semblent les surestimer.

Les objectifs scientifiques, les partenaires du projet et les données en libre accès, sont à retrouver sur le site <https://mosai.aeris-data.fr>. Le projet MOSAI est financé par l'Agence Nationale pour la Recherche.

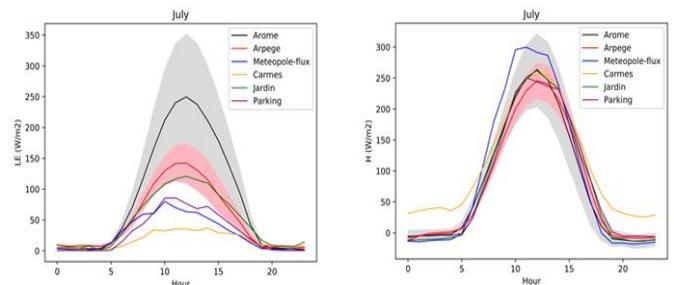


Fig. 2 : Évolution journalière moyenne des échanges de vapeur d'eau (LE) et de chaleur (H) entre la surface et l'atmosphère au cours du mois de juillet 2021 pour 4 sites de mesure de la campagne sur le site de Météo-France (traits de couleur). Les évaluations des modèles numériques Arome et Arpege sont superposées (aires colorées).

Fabienne LOHOU

Laboratoire d'Aérodynamique, Toulouse et l'équipe MOSAI

(1) The Global Energy and Water Exchanges project fait partie du World Climate Research Programme

(2) Aerosols Cloud Trace gaz Research InfraStructure

AGENDA

Nos manifestations

Nouvelle composition du Conseil et Bureau 2023

Assemblée générale du **23 mars 2023** | En présentiel

Météo et Climat a tenu son Assemblée générale 2023 en présentiel à l'Académie du Climat (Paris 4^e). Les rapports moral et financier 2022 et le budget prévisionnel 2023 ont été approuvés à l'unanimité.

L'Assemblée a élu le Conseil pour l'exercice 2023 :

LE BUREAU

Président : Jean JOUZEL

Vice-président : Dominique MARBOUTY

Secrétaire générale : Claude NAHON

Trésorière : Nicole PAPINEAU

Conseillers : Noémie BERTHELOT, Eric GUILYARDI, Serge PLANTON

AUTRES MEMBRES DU CONSEIL

Jean-Pierre CHALON

Florence COUSIN

Joël COLLADO

Philippe DANDIN

Vivian DÉPOUES

Alexandra DEPRESZ

Laurent GARCELON

Anne GUILLAUME

Sylvestre HUET

Valérie MASSON-DELMOTTE

Sylvain MONDON

Pauline MORIN

Nathalie POISSON

Thierry PHULPIN

Alain RATIER

Didier RENAUT

LES MEMBRES D'HONNEUR

Jean-Claude ANDRÉ, Guy BLANCHET, Michel ROCHAS

Remise du Prix Prudhomme 2022

10 mai 2023 | Toulouse, Centre International de Conférences

Le prix André Prudhomme 2022 sera remis à la lauréate, Audrey Delpech, le 10 mai 2023 dans le cadre des Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère du CNRM qui se déroulent au CIC de Toulouse (site de Météo-France).

Pour rappel, la thèse d'Audrey Delpech s'intitule "Dynamique de l'océan profond aux basses latitudes : génération et impacts des jets zonaux".

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

SAVE THE DATE | 20^e FIM

6-8 octobre 2023 | Paris, Cité des Sciences et de l'Industrie

Le Forum International de la Météo et du Climat fête ses 20 ans en 2023 et il sera accueilli à la Cité des Sciences et de l'Industrie du 6 au 8 octobre. Il proposera une exposition Grand public ainsi qu'un colloque et un media-workshop réservés aux professionnels. Des informations détaillées seront disponibles ultérieurement sur le [site de l'événement](#).

PARUTION

La Météorologie



Pré-sommaire n°121 Mai 2023

LA VIE DE MÉTÉO ET CLIMAT

- L'Assemblée générale du 23 mars 2023

ARTICLES

- Disparition anticipée du glacier de Saint Sorlin au cours du 21^e siècle (C.VINCENT)
- Les trajectoires les plus pessimistes du GIEC ne sont pas réalistes : bonne nouvelle ? (J. TREINER ET F.-M. BRÉON)

LE TEMPS DES ÉCRIVAINS

LU POUR VOUS

VIENT DE PARAÎTRE

SAISON CYCLONIQUE

LES PHOTOS DU MOIS

RÉSUMÉS CLIMATIQUES

ANNONCES

25 avril 2023

Forum | Gaz verts et biodéchets

Espace du Centenaire | Paris

Organisée par la FNCCR (Fédération nationale des collectivités concédantes et régies), ce forum a pour mission de décrypter les potentiels existants et les clés de la décarbonation des territoires. Cette journée s'articulera autour de deux tables-rondes qui aborderont les biodéchets et les nouveaux gaz et usages à l'épreuve du terrain. Sur inscription - Entrée gratuite pour les étudiants.

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

23-25 mai 2023

24^{èmes} Assises Européennes de la Transition Énergétique

Palais des Congrès | Bordeaux

Rendez-vous annuel des acteurs engagés dans la transition énergétique des territoires l'édition 2023 des Assises Européennes de la Transition Énergétique intitulée "Agir ensemble vers la neutralité carbone en 2050", accueillera collectivités, scientifiques et experts de la transition écologique, acteurs économiques et associatifs, étudiants, pour trois jours de débats et de rencontres. Au programme : plénières, tables rondes, entretiens, témoignages, ateliers ou encore visites de sites.

+ d'info : <https://bit.ly/3FO3Reu>