

ENTRETIEN



Hervé Le Treut

Directeur de l'Institut Pierre-Simon Laplace
www.ipsl.fr

Vous avez coordonné un ouvrage⁽¹⁾ sur les impacts du changement climatique en Aquitaine. Qu'est-ce qui a motivé ce travail ?

J'ai été contacté par des proches du Président de la Région Aquitaine, Alain Rousset, qui souhaitaient aborder le problème de l'adaptation de cette région au changement climatique. Dès lors, l'idée a été de s'appuyer sur la communauté scientifique, et en particulier la communauté locale, pour assembler les connaissances déjà acquises et pertinentes par rapport à cet objectif. Ce travail s'est appuyé sur la mise en place d'outils de recherche coopérative en Aquitaine : le Labex⁽²⁾ COTE, l'Observatoire des Sciences de l'Univers en Aquitaine. Nous avons essayé d'aborder toutes les dimensions de la vulnérabilité (air, eau, agriculture, zones littorales, zones de montagnes, pêche, forêts, vignes, socio-économie, ...). Certains aspects, tels que la ville, la santé, l'énergie ou la biodiversité ont été traités de manière incomplète pour des raisons diverses (complexité, études existantes insuffisantes ou réalisées en dehors du domaine de la recherche publique). Tout au long de ce processus, nous avons été très soutenus par la Région qui était présente à nos réunions et dont les appels à projets de recherche ont reflété l'état de nos discussions. Le livre qui a résulté de notre travail a été à la fois distribué par la Région (aux élus en particulier) et vendu en librairie. Il a suscité un large intérêt en Aquitaine et dans d'autres régions, au-delà de nos espérances.

Quelles sont les réflexions que suscitent en vous cette expérience ?

Avec la COP21, on a basculé d'une période où on devait alerter les citoyens à une période où il faut chercher des solutions. C'est demandeur d'une science plus complexe et, en l'absence d'un partage suffisant de cette science, beaucoup de décisions sont prises en se privant d'informations utiles, alors qu'il existe dans les laboratoires un savoir largement sous-utilisé, et qui n'est pas toujours bien mis en relation avec des savoirs connexes. Cet exercice d'expertise sur l'Aquitaine a permis à la communauté scientifique de mieux s'approprier les problèmes, et de se poser les questions sous un angle nouveau. Car les outils qui sont disponibles dans les laboratoires ne sont pas forcément appliqués à des sujets qui réclament une mise en réseau complexe des compétences, alors que leur utilité sociale n'est pas bien comprise par les scientifiques. Une écoute de la société civile pour acquérir une compréhension partagée des enjeux est nécessaire. On a aussi besoin d'une motivation collective des citoyens par rapport aux problèmes climatiques, et les aspects régionaux portent un potentiel d'éducation important.

Quelles sont les perspectives de ce travail ?

Maintenant que la Région est étendue au Poitou-Charentes et au Limousin, de nouvelles thématiques émergent telles que l'adaptation de régions littorales nouvelles, des marais poitevins ou charentais, de la moyenne montagne limousine par exemple. Nous souhaitons donc continuer notre travail, le pérenniser, aborder maintenant des sujets qui n'avaient pas été traités ou bien mal traités dans le 1^{er} rapport, mais le faire sur un mode différent. Pour ce 2^{ème} rapport, nous avons créé un comité scientifique de 25 personnes, toutes très motivées et volontaires. Nous projetons de soumettre un plan du rapport lors d'une série de 5 réunions publiques qui auront lieu en mai 2016 avant même de commencer à rédiger le rapport. Ainsi, ce rapport sera construit à partir des questionnements de la société civile, et donc des associations dont certaines jouent un rôle important au plan régional, par exemple dans le domaine de la biodiversité. Nous souhaitons d'autre part que le livre soit accompagné d'un support web et nous allons mettre progressivement en place une base de données permettant d'accéder à toutes les données régionales qui sont actuellement disséminées dans les différents laboratoires.

Propos recueillis par **Catherine SENIOR** IPSL

(1) Changements climatiques en Aquitaine (direction H. Le Treut), 2013, Presses Universitaires de Bordeaux, 330 pages, voir www.aquitaine.fr/actions/territoire-durable-et-solidaire/climat-energies/changement-climatique#.VXhUu0bLkCY

(2) Un Labex est une structure définie comme "Laboratoire d'Excellence" par le Commissariat Général aux Investissements.

EN BREF

UNE ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER REVUE À LA HAUSSE EN CAS DE MAINTIEN DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

De nouvelles simulations ont été réalisées par une équipe internationale comprenant un chercheur du LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Saclay) afin d'étudier les conséquences d'une déstabilisation des calottes antarctique et groenlandaise sur le climat. Cette étude a conduit les chercheurs à revoir fortement à la hausse les risques climatiques associés. Ainsi, si les émissions de gaz à effet de serre se poursuivent au rythme actuel, la montée du niveau des mers pourrait atteindre plusieurs mètres dans plus de 100 ans.
www.insu.cnrs.fr/node/5776

"RESPONSABILITÉ CLIMATIQUE" : UNE NOUVELLE MÉTHODOLOGIE APPLIQUÉE À LA CHINE

Une équipe franco-chinoise impliquant le LSCE vient de démontrer, grâce à une nouvelle approche, que la "responsabilité climatique" de la Chine n'est pas aussi importante qu'initialement estimée. La "responsabilité" de ce pays pourrait cependant croître rapidement dans les années à venir, assez paradoxalement en raison de futures politiques visant à améliorer la qualité de l'air dans le pays. Les chercheurs tirent ces résultats d'une nouvelle méthodologie mise au point pour déterminer les impacts, sur le climat d'un pays, de ses émissions de gaz à effet de serre, d'aérosols et de composés chimiquement actifs dans l'atmosphère. Ces travaux ont été publiés dans *Nature* le 17 mars 2016.
www.insu.cnrs.fr/node/5735

DE LA DIFFICULTÉ DE PRÉVOIR LES PRÉCIPITATIONS INTENSES EN CORSE

Le 23 octobre 2012, alors que se déroulait la campagne d'observation HyMeX en Méditerranée, un violent épisode orageux a frappé le sud de la Corse. Une équipe du Laboratoire d'Aérodynamique (LA, Toulouse) a étudié la prévisibilité de cet événement en utilisant différents jeux de conditions initiales, dont elle a évalué l'impact sur la localisation et l'intensité des précipitations.
www.insu.cnrs.fr/node/5786

Météo et Climat Info n°54 - Mai 2016

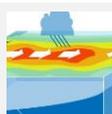
73, av. de Paris 94165 Saint-Mandé cedex.

T: 01 49 57 18 79

info@meteoetclimat.fr - www.meteoetclimat.fr

[@MeteoClimat](https://twitter.com/MeteoClimat) - [f MeteoetClimat](https://www.facebook.com/MeteoetClimat)

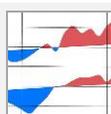
Rédactrice en chef : Morgane DAUDIER (Météo et Climat). Autres membres: Jean-Claude ANDRÉ (Météo et Climat), Guy BLANCHET (Météo et Climat), Philippe BOUGEAL (Météo-France), Jean-Pierre CHALON (Météo et Climat), Bernard CHAPNIK (Météo-France), Daniel GUÉDALIA (OMP, Laboratoire d'Aérodynamique et Météo et Climat), François LALAURETTE (Météo-France), Claude PASTRE (Météo et Climat), Catherine SENIOR (IPSL).



p.2

COUP DE PHARE

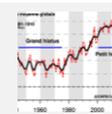
El Niño 2015-2016



p.3

CHRONIQUE

Gelées tardives et chaleur précoce en mai 1953



p.6

FOCUS

Le réchauffement climatique est-il en pause ?

COUP DE PHARE ■■

El Niño 2015-2016, un événement d'ampleur historique

Situation normale

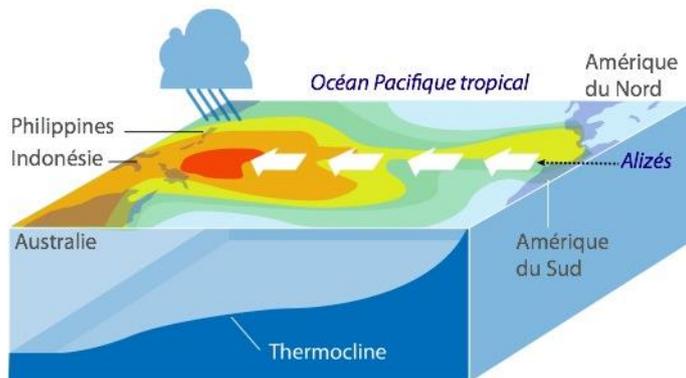


Figure 1 : Situation normale dans le Pacifique tropical. Les alizés poussent les eaux chaudes vers l'ouest. La différence de température de surface de la mer (en couleur) entre l'est et l'ouest génère une différence de pression et entretient les alizés.

Situation El Niño

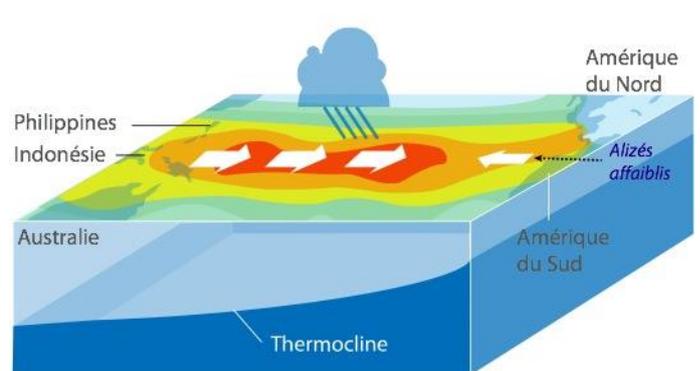


Figure 2 : Situation El Niño. Les alizés s'affaiblissent et les eaux chaudes envahissent le centre et l'est du Pacifique tropical, modifiant le régime des vents et des précipitations sur toute la planète.

L'événement El Niño 2015-2016, qui s'est développé dans le Pacifique tropical, est l'un des plus puissants depuis 50 ans et le plus intense depuis celui de 1997-98 qui avait battu tous les records.

El Niño est la principale anomalie climatique d'une année sur l'autre. Il témoigne de l'ampleur des variations du climat liées aux échanges entre l'océan et l'atmosphère. El Niño résulte des soubresauts de ces échanges dans le Pacifique tropical.

Les années normales (fig. 1▲), les alizés poussent les eaux chaudes équatoriales vers l'ouest du bassin. Le volume d'eau chaude y augmente donc, et la thermocline, qui sépare les eaux froides des eaux chaudes, s'enfonce. À l'est, l'eau déplacée est remplacée par des remontées d'eau plus froide, et la thermocline s'élève.

Ce gradient de température entre l'est et l'ouest se transmet aux couches basses de l'atmosphère, induisant une différence de pression atmosphérique qui renforce les alizés, lesquels poussent les eaux chaudes vers l'ouest. Ainsi, le système couplé océan-atmosphère s'auto-entretient. Mais, tous les 2 à 7 ans, ce couplage se dérègle et un événement El Niño survient (fig. 2▲). Les eaux chaudes de l'ouest du Pacifique envahissent alors le centre et l'est du Pacifique équatorial, réduisant le gradient est-ouest de température, ce qui affaiblit les alizés, lesquels ne peuvent plus pousser les eaux chaudes vers l'ouest, aplatissant la thermocline.

El Niño entraîne des changements météorologiques majeurs dans de nombreuses régions du globe. Les récoltes et la pêche dans de nombreux pays tropicaux sont fortement affectées. L'événement de cette année a entraîné de nombreux impacts, depuis des incendies ravageurs en Indonésie jusqu'à une saison cyclonique exceptionnelle dans le Pacifique (avec un record de 23 cyclones) en passant par une sécheresse en Amazonie et en Guyane. Même si l'événement décroît depuis le mois de décembre 2015, les impacts météorologiques vont encore durer quelques mois avant un retour à la normale, voire un passage en

La Niña. A l'opposé d'El Niño, La Niña donne lieu à un renforcement des alizés et à des modifications de la circulation atmosphérique qui peuvent être tout aussi dévastateurs. Ils ont en particulier entraîné, en 2010-2011, les pires inondations qu'ait connues le nord de l'Australie.

Les recherches récentes suggèrent que l'atmosphère pourrait être aux manettes à la fois pour le déclenchement et pour la diversité des événements. Ainsi l'événement du printemps 2014 : une très forte anomalie de chaleur à l'intérieur de l'océan, un précurseur classique d'El Niño, a suggéré qu'un événement majeur se développait. L'absence de réaction de l'atmosphère, qui a pris de court tous les experts, a entraîné la fin prématurée de l'événement, à l'opposé du développement spectaculaire d'El Niño 2015-2016 qui avait pourtant des conditions initiales similaires.

Les impacts sociétaux majeurs d'El Niño et La Niña ont entraîné la mise en place de systèmes de prévision saisonnière qui sont relativement fiables à partir de l'été boréal précédant le maximum hivernal, mais leur prévisibilité à plus de 6 mois reste aléatoire.

En cette année de COP21, une question est bien entendu sur toutes les lèvres : El Niño et ses impacts peuvent-ils être modifiés par le changement climatique ? D'après les recherches récentes, son intensité, sa fréquence et sa position moyennes semblent ne pas être modifiées mais la fréquence des événements extrêmes qui lui sont associés pourrait doubler si nous continuons à ne rien faire pour limiter le changement climatique en cours. Une motivation de plus, s'il en fallait, pour réduire drastiquement nos émissions de gaz à effet de serre.

Quelques sites proposent des animations de l'épisode El Niño 2015-2016 sur toute sa durée, comme celui de la NASA (https://sealevel.jpl.nasa.gov/el_nino2015/2015-2016/animated.gif)

Éric GUILYARDI

Laboratoire d'océanographie et du climat : Expérimentation et approches numériques, IPSL, Paris et Université de Reading, Grande-Bretagne.

LA CHRONIQUE DE GUY BLANCHET

Gelées tardives et chaleur précoce en mai 1953

Le mois de mai 1953 a été marqué sur le plan météorologique par de vigoureux contrastes de température (fig.1).

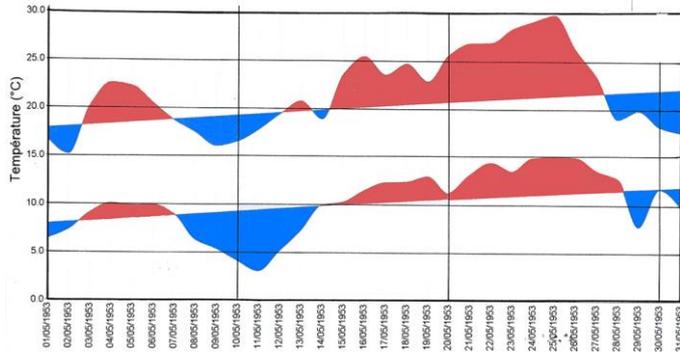


Fig. 1 Températures minimales et maximales journalières en France, mai 1953

Le cas de Nancy est exemplaire (fig.2). Des gelées tardives ont affecté une grande partie de la France du 8 au 11 mai, suivies du 18 au 26 par une vague de chaleur précoce.

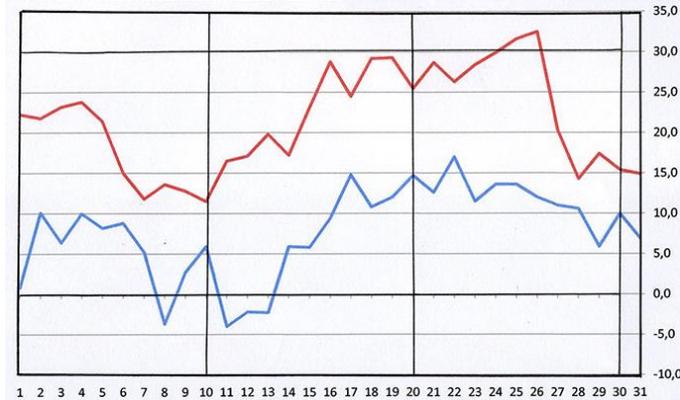


Fig. 2 Températures minimales et maximales à Nancy, mai 1953

Un fait est révélateur : à Strasbourg, comme dans plusieurs stations, au cours de la période 1951-80, on a relevé en mars 1953, à la fois la température minimale absolue (-2,4°C) et la température maximale absolue (31,5°C) !

LES GELÉES TARDIVES

A partir du 8 mai, une descente d'air froid touche la France (fig.3 et 4). Les températures, surtout les minimales, chutent et des gelées apparaissent. Sous abri, elles concernent le Nord, le Nord-est, l'est du Bassin Parisien et les montagnes, notamment le Massif central (tabl.1). Au niveau du sol, elles sont présentes dans beaucoup d'autres régions (malheureusement, les archives sont muettes...). A noter qu'en forêt de St-Germain (à Achères), les feuilles des chênes étaient totalement détruites jusqu'à 2 mètres ; au-dessus, les arbres étaient intacts (M. Jacamon).

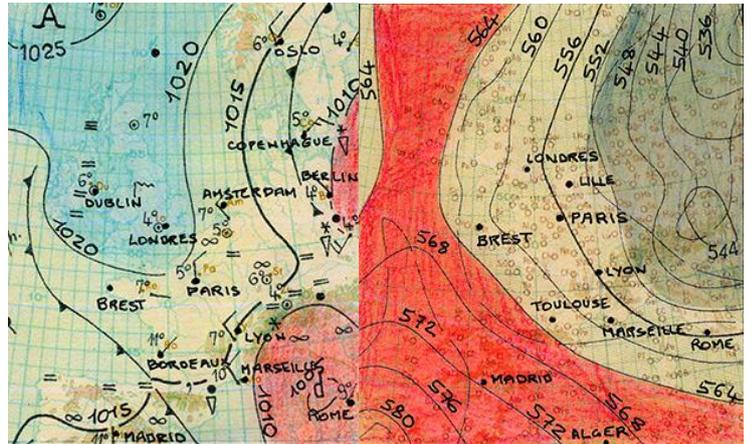


Fig. 3 Situation en surface le 9 mai

Fig. 4 Situation à 500 hPa le 8 mai

STATIONS SYNOPTIQUES OÙ IL A GELE SOUS ABRI				
	Mini abs. (date)	Maxi abs. (date)	Amplit. (date)	Jours Gelée
Ambérieu	-2,8 (11)	31,8 (26)	34,6	4
Beauvais	-1,1 (11)	31,2 (25)	32,3	1
Belfort	-1,6 (11)	29,2 (18)	30,8	1
Besançon	-0,4 (11)	30,4 (26)	30,8	2
Bourg-St-Maurice	-0,6 (11)	28,1 (25)	28,7	1
Chambéry	-1,4 (11)	32,0 (06)	33,4	3
Clermont-Ferrand	-2,9 (11)	30,7 (16)	33,6	4
Langres	-0,5 (11)	28,6 (26)	29,1	1
Limoges	-0,8 (11)	29,8 (24)	30,6	3
Lus-la-Croix Haute	-1,6 (11)	24,8 (26)	26,4	2
Luxeuil	-4,1 (11)	31,1 (25)	35,2	4
Le Mans	-0,9 (10)	32,3 (25)	33,2	1
Metz	-2,0 (11)	32,0 (25)	34,0	4
Mulhouse-Bâle	-3,1 (11)	31,8 (26)	34,9	2
Nancy	-4,0 (11)	32,5 (26)	36,5	4
Nevers	-3,7 (11)	30,4 (25)	34,1	4
Le Puy-Chadrac	-2,1 (11)	30,0 (25)	32,1	3
Reims	-2,1 (11)	31,7 (25)	33,8	2
Romilly	-3,0 (11)	31,0 (25)	34,0	3
St-Etienne-Bouthéon	-2,9 (10)	30,6 (25)	33,5	4
Strasbourg	-2,4 (11)	31,6 (26)	34,0	3
Vichy	-2,5 (11)	32,0 (25)	34,5	4

Tableau 1 : Stations synoptiques où il a gelé

C'est dans la nuit du 10 au 11 mai que les gelées ont été les plus fortes (fig.5), favorisées par un ciel clair ou très peu nuageux. Les minimums les plus bas sont descendus à -10°C à Saugues (43), -7,4°C à Viverols (63) et Pierrefort (25), -7°C à Labergement (25), -6°C à Chabreloche (63), -5,9°C à Marsac-en-Livradois (63), -5,5°C à St-Anthème (63), -5,2°C à Fourneaux (42) et Erneville (55) et -5° à Chappes (63). La fréquence mensuelle des gelées s'est élevée à 11 jours à Saugues, 9 aux Estables (43), 7 à Issanlas (43) et Viverols, 6 à Marsac, 5 à St-Anthème, Chappes et Rothau (67) et au Puy-de-Dôme.



Fig. 5 Températures minimales le 11 mai 1953

LA VAGUE DE CHALEUR

Dès le 18 mai, les températures s'élèvent fortement pour culminer le 25 ou le 26 (tabl.1) ; les cartes montrent classiquement une dorsale anticyclonique en altitude du Maroc au sud de la Scandinavie (fig.6).

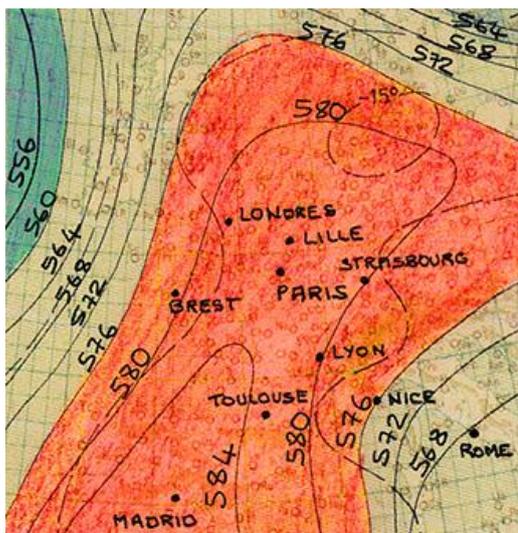


Fig. 6 Situation à 500 hPa le 25 mai 1953

Les températures maximales (fig.7) les plus élevées affichent 36°C à Bourg-St-Andéol (07), 34,6°C à Privas (07), 34°C à Roanne (42), La Pacaudière (42) et Joyeuse (07), 33,6°C à St-Laurent-du-Pape (07), 33,4°C à Montélimar (26) et Orange (84) et 33°C à Chappes (63), Pouilly s/ Loire (58) et Tournon (07).

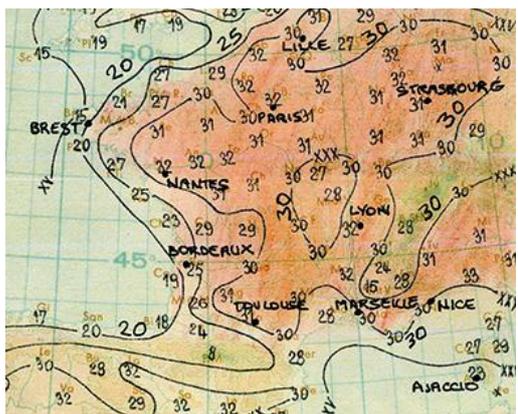


Fig. 7 Températures maximales le 25 mai 1953

Le nombre de jours avec maximum $\geq 30^\circ\text{C}$ atteint 10 à Joyeuse, 8 à Roanne et Bourg-St-Andéol, 6 à Strasbourg et Montbrison et 5 à Montpellier et Vichy. Certains minimums sont dignes d'un mois d'été: 23°C au Cap Corse, $21,9^\circ\text{C}$ à Marignane, $21,7^\circ\text{C}$ à Perpignan, $20,6^\circ\text{C}$ à Montpellier, $20,3^\circ$ à Vals-les-Bains, $19,6^\circ\text{C}$ à Nice et $17,9^\circ$ à Lyon.

LES AMPLITUDES EXTRÊMES

L'amplitude entre les températures extrêmes absolues est remarquable, notamment dans la Massif central: $38,5^\circ\text{C}$ à Marsac-en-Livradois, 38°C à Saugues et Chappes, $37,5^\circ$ à Chabreloche, $37,4^\circ\text{C}$ à Fourneaux, 37°C à Roanne, $36,7^\circ\text{C}$ à Chazay d'Azergues (69), $36,5^\circ$ à Nancy et Cunlhat (63), $35,4^\circ\text{C}$ à Rothau, $34,9^\circ\text{C}$ à Mulhouse-Bâle et Viverols, $34,6^\circ\text{C}$ à Ambérieu, $34,5^\circ\text{C}$ à Vichy et Bully s/ l'Arbresle (69), $34,1^\circ$ à Nevers et 34°C à Strasbourg, Metz et Romilly.

Le tableau 2 illustre les contrastes thermiques de ce mois :

	NOMBRE DE JOURS			
	MINIMUM		MAXIMUM	
	$\leq 0^\circ\text{C}$	$\geq 15^\circ\text{C}$	$\geq 30^\circ\text{C}$	$\leq 15^\circ\text{C}$
Clermont-Ferrand	4	0	2	4
Le Puy	3	2	1	7
Lyon-Bron	0	5	4	2
Mulhouse-Bâle	2	1	4	7
Nancy	4	1	2	6
Strasbourg	3	3	6	4
Vichy	4	2	5	1

LES VARIATIONS BRUTES

La température connaît parfois de brutales variations liées au changement de masses d'air. Entre le 1^{er} et le 2 mai, les maximums passent par exemple de $20,3^\circ\text{C}$ à $9,4^\circ\text{C}$ à St-Etienne et de $20,2^\circ\text{C}$ à $10,1^\circ\text{C}$ à Vichy. Entre le 27 et le 28, de 31°C à 16°C à Roanne, de $19,4^\circ\text{C}$ à $7,4^\circ$ à Issanlas (07) et de $27,3^\circ\text{C}$ à 16°C à Vichy. A partir du 28 et durant les premiers jours de juin, l'ambiance va de nouveau être froide avec localement des températures minimales sous abri proches de 0°C et des gelées blanches...

LES INCIDENCES DES GELÉES

Les gelées ont provoqué des dégâts importants dans le monde agricole. En Alsace et en Lorraine, ce sont les arbres fruitiers (cerisiers, pruniers) qui ont le plus souffert, ainsi que les forêts (surtout les hêtres). En Haute-Marne, les semis de hêtres des coupes secondaires ont été gelés (M. Cointat). Les vignobles ont également été touchés, notamment dans le Beaujolais et le Mâconnais.

CONCLUSION

Le printemps est une saison bien connue pour ses contrastes climatiques ; mai 1953 en constitue un excellent exemple...

Guy BLANCHET
Météo et Climat

Articles consultés

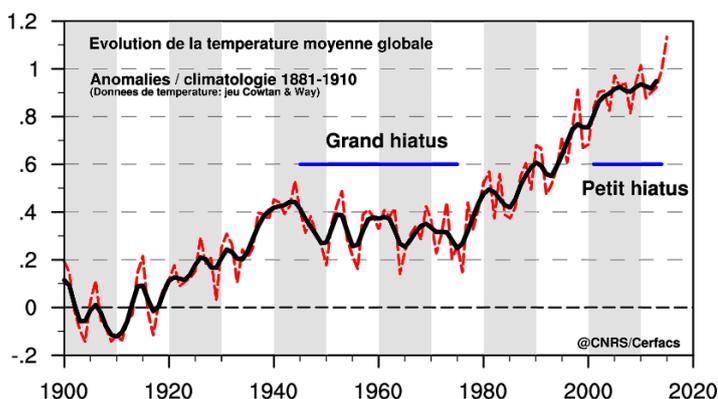
COINTAT M., 1959 : Observations sur la foliation du hêtre (Rev. forest. française, n°3-1959)

JACAMON M., 1953 : La gelée tardive du 11 mai 1953 (Rev. forest. française, n°7-8-1953)

Pour la fourniture de documents, nous remercions F. Dosnon, V. Dziak, P. Paillot et G. Staron.

FOCUS

Dernières nouvelles du réchauffement climatique : y a-t-il vraiment une pause dans l'augmentation de la température moyenne globale ?



Evolution de la température moyenne globale de 1900 à 2015 (courbe rouge), en écart par rapport à la moyenne sur la période de 1881 à 1910. Le jeu de données est celui de Cowtan et Way (Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 140, 1935-1944, 2014). La courbe noire représente l'application d'une moyenne glissante sur 5 ans.

Rarement une fluctuation climatique d'une si courte durée, souvent appelée "pause" ou encore "hiatus" (voir figure), aura autant attiré l'attention des uns et des autres.

Avant d'analyser les raisons de cet intérêt soudain et passionné, il convient de définir et de caractériser ce fameux hiatus.

On rappellera tout d'abord que l'évolution de la température moyenne globale (TMG) de la Terre est tout sauf monotone : elle résulte des effets conjugués ou contraires des forçages externes, naturels (volcanisme, variations du rayonnement solaire incident) et anthropiques (gaz à effet de serre et aérosols), ainsi que de ceux liés à la variabilité interne du système climatique (par exemple les oscillations décennales Pacifique [PDO] et Atlantique [AMO], sans oublier les fluctuations chaotiques de la circulation atmosphérique de grande échelle). Si l'on se limite à la période couverte par les observations instrumentales, on note un premier réchauffement (en particulier aux hautes latitudes de l'hémisphère nord) dans les années 1910-1940, puis un plateau (avec une tendance de température quasi-nulle) jusqu'en 1970, suivi par un fort réchauffement jusqu'au début du 21^{ème} siècle.

On note enfin un *ralentissement* (voir ci-dessous) du réchauffement, notre fameux hiatus, sur la période 2001-2014. Des périodes légèrement différentes ont été utilisées par d'autres études pour définir le hiatus ; le choix de la période 2001-2014 permet d'éviter le biais (les anglo-saxons disent "cherry-picking") lié au choix d'années trop marquées par des événements Nino (1998, 2002, 2015) et Nina (2000, 2012).

Le lecteur avisé aura remarqué que le hiatus n'est pas un cygne noir puisque notre *Petit hiatus* (2001-2014) a été précédé d'un *Grand hiatus* (1940-1970), la cause principale mais pas unique de ce dernier étant la forte augmentation des aérosols anthropiques durant cette période entraînant un refroidissement qui a partiellement compensé le réchauffement lié aux gaz à effet de serre. Rappelons également que le *Petit hiatus* restera petit car l'année 2015 a été l'année la plus chaude jamais mesurée et que 2016 est bien parti pour l'imiter.

LE DISCOURS SUR LE HIATUS

D'aucuns ont alors un peu hâtivement conclu que la concomitance du *Petit hiatus* avec la forte augmentation des gaz à effet de serre observée sur la même période sonnait la fin de la théorie attribuant le réchauffement climatique observé à l'influence humaine. Ce faisant, ils commettaient plusieurs erreurs. La première est que la moyenne globale de la température terrestre (il s'agit ici de la moyenne de la température de l'air en surface sur les continents et de la température de l'eau en surface pour les océans) n'est pas, sur ces courtes échelles de temps, un bon indicateur du déséquilibre énergétique qui résulte de la modification indiscutable de la composition de l'atmosphère terrestre par les activités humaines. En effet, la majeure partie (93%) de ce déséquilibre énergétique est absorbée par les océans en surface avant de pénétrer rapidement dans les couches plus profondes. En conséquence, les variations du contenu thermique des océans (jusqu'à 2000 mètres de profondeur, connues aujourd'hui grâce aux flotteurs Argo) sont un bien meilleur témoin de ce déséquilibre énergétique. Or, les différents jeux d'observation de température océanique montrent sans ambiguïté que le contenu thermique des océans a continué d'augmenter inexorablement durant cette période. La mesure par altimétrie satellitaire depuis 1993 des variations du niveau de la mer (dont une fraction importante est la dilatation thermique des océans) montre de la même manière une augmentation très régulière, ponctuée par des fluctuations interannuelles liées aux événements Nino et Nina. Une première conclusion s'impose : sur la période 2001-2014, les océans ont continué à se réchauffer (et à se dilater) à un rythme très similaire à celui des décennies précédentes, contribuant ainsi à la hausse régulière du niveau de la mer observée sur cette période. Il n'y a donc pas de hiatus en ce qui concerne le meilleur indicateur du déséquilibre énergétique lié aux activités humaines et du réchauffement associé.

L'INFLUENCE DE LA VARIABILITÉ INTERNE SUR LA TEMPÉRATURE MOYENNE GLOBALE

La deuxième erreur est de penser qu'une augmentation continue de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère sur une quinzaine d'années doit se traduire nécessairement par une augmentation simultanée de la TMG. Les fluctuations de la TMG résultant des effets combinés des forçages naturels et anthropiques et de la variabilité interne, comment peut-on essayer de séparer et quantifier ces différents effets qui sont inextricablement mêlés dans les observations ? La simulation numérique du climat, à l'aide d'un ensemble de modèles, sur la période 1850-2100, permet une réponse. Toutes les simulations sont contraintes par la même chronologie des forçages externes mais chacune est libre de développer sa propre variabilité interne. En conséquence, la moyenne multi-modèle (moyenne de toutes les simulations réalisées par les différents modèles) est un bon estimateur de l'effet des forçages externes (appelé aussi réponse forcée) car elle permet de filtrer cette variabilité interne qui n'est pas corrélée entre les simulations.

La comparaison de la TMG annuelle entre les observations et la moyenne multi-modèle montre que les observations sont toujours inférieures (entre 0.1 et 0.3°C) à la réponse forcée pendant le *Petit* hiatus. Cet écart observation-modèle indique donc soit une inadéquation des forçages appliqués aux simulations, soit l'occurrence dans la nature d'un (ou plusieurs) mode de variabilité interne refroidissant le climat. On notera ainsi l'occurrence d'une phase négative de la PDO à partir de 1999. Cette dernière a favorisé un renforcement des vents de surface et donc un mélange océanique vertical plus important dans le Pacifique Nord avec pour conséquence un réchauffement des eaux intermédiaires (300-700m) au détriment des eaux de surface.

LES AUTRES CAUSES POSSIBLES DES FLUCTUATIONS DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE GLOBALE

Qu'en est-il des forçages externes utilisés dans les simulations numériques ? Le cycle observé de faible activité solaire, qui a duré 13 ans au lieu des 11 ans prescrits et les éruptions volcaniques observées après 2005 (non incluses dans l'exercice modèle), ont faiblement contribué au hiatus (entre 10 et 20%). Il faut aussi tenir compte de biais possibles sur les observations. Karl *et al.* (2015) ont montré que les données océaniques observées étaient légèrement biaisées en raison d'inhomogénéités temporelles dans les mesures de température de surface de la mer (le changement de mesure à bord des bateaux - du seau d'eau au capteur en entrée du circuit de refroidissement - et les contributions relatives au cours du temps des mesures bateau et des mesures des bouées et profileurs). Les corrections apportées réduisent l'écart observé entre modèles et observations lors du hiatus. Enfin, l'affirmation selon laquelle les modèles seraient incapables de simuler des événements similaires au hiatus est également erronée. Meehl *et al.* (2011) ont montré que les modèles de climat génèrent des

hiatus semblables au *Petit* hiatus avec des caractéristiques similaires pour ce qui concerne l'état du Pacifique (présence d'une phase négative de la PDO favorisant le transfert de chaleur vers les couches profondes de l'océan).

LES QUESTIONS STATISTIQUES

Il nous faut faire un dernier point sur les aspects statistiques des deux questions suivantes : la vitesse du réchauffement de la TMG pendant le hiatus est-elle *significativement* différente de celle des périodes précédentes ? La différence de la TMG entre les modèles et l'observation pendant le *Petit* hiatus est-elle significative ? La réponse à la première question est non, la vitesse du réchauffement observé (0.16°C par décennie) n'a pas significativement varié depuis 1970 (voir Cahill *et al.* 2015). La réponse à la deuxième question est aussi très probablement non, surtout si la comparaison se fait de manière appropriée et exhaustive (prise en compte des masques terre-océan et utilisation des mêmes variables pour les modèles et les observations, prise en compte du réchauffement accéléré de l'océan Arctique dans les différents jeux d'observations).

EN CONCLUSION, il est important de rappeler que le hiatus n'est pas l'indicateur d'un changement sur la tendance du réchauffement à long terme dû aux gaz à effet de serre. Son origine semble être principalement de nature interne, avec une contribution des phases négatives de la PDO. Il est intéressant et important de bien le comprendre car ceci permet d'illustrer les fluctuations décennales liées à la variabilité interne climatique et d'évaluer la capacité des modèles à les représenter avec les bons mécanismes. Ceci souligne aussi l'importance d'étendre et de pérenniser le système d'observation climatique, en particulier pour ce qui concerne les régions polaires et l'océan en profondeur.

Laurent TERRAY
CERFACS

Références

Cahill, N., Rahmstorf, S., Parnell: Change points of global temperature. *Environ. Res. Lett.* 10(8), pp. 1-6. doi:10.1088/1748-9326/10/8/084002 (2015)
Karl, T.R. et al. Possible artifacts of data biases in the recent global surface warming hiatus. *Science*, <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaa5632> (2015).
Meehl, G. A. et al. *Nature Clim. Change* 1, 360-364 (2011).

EN BREF

VAGUES DE CHALEUR DANS DIVERSES REGIONS DU MONDE

L'Asie du sud-est a connu le mois d'avril le plus chaud depuis qu'il y a des relevés météorologiques. Voici les nouveaux records absolus de température : en Inde, 48,5°C à Titlagarh ; au Laos, 42,3°C à Seno ; en Thaïlande, 44,6°C à Mae hong Son ; au Cambodge, 42,6°C à Préah Vihéa ; en Malaisie, 39,2°C à Batu Embung ; aux Maldives, 34,9°C à Hanimadhoo. Au Groenland, le 11 avril, on a relevé 17,8°C à Kangerlussuaq (sur la côte ouest), soit 20°C de plus que la normale...

TEMPÊTE DES 27-28 MARS 2016

Une profonde dépression ("Jeanne" pour les Allemands, "Katie" pour les Anglais) a balayé le nord de la France et le sud de l'Angleterre les 27 et 28 mars 2016. Les rafales de vent ont atteint 152 km/h à Barfleur et à la Pointe du

Raz, 150 à Camaret, 141 au Cap de la Hève, 139 à la Tour Eiffel, 135 à Belle-Ile, 134 à Cherbourg, 133 à la Vigie du Homet, 128 à la Pointe-St-Mathieu et au Cap Gris-Nez, 126 à la Hague, 124 à Groix, 122 à Ouessant et à Penmarch, 119 à l'île de Batz, 113 à Boulogne, 112 à Lorient et 109 à Brest. Les dégâts ont été importants (arbres déracinés, toitures envolées, etc.). On a enregistré jusqu'à plus de 70.000 foyers privés d'électricité.

NOUVEAU RECORD DE DOUCEUR EN MARS

Alors qu'en France le mois de mars a été relativement frais (température moyenne mensuelle inférieure de 0,7°C à la normale 1981-2010), ce mois a établi un nouveau record au niveau mondial. En effet, la température moyenne a été de 1,22°C supérieure à la normale du 20^{ème} siècle,

plaçant mars 2016 au 1^{er} rang de la série 1880-2016. Sur les continents, l'écart à la normale atteint même 2,33°C !

CLIMATOLOGIE DES ORAGES : LE CAS EXTRAORDINAIRE DU BASSIN DU CONGO

Des chercheurs du Laboratoire d'Aérodynamique (LA, Toulouse), de l'Université de Kinshasa et du Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones (LACy, La Réunion), ont réalisé une climatologie de l'activité orageuse sur le territoire de la République démocratique du Congo pendant la période 2005-2013. Cette région est considérée comme celle ayant la plus grande densité d'éclairs au monde. Cette étude a permis de montrer en détail les variabilités temporelle et spatiale de cette activité. www.insu.cnrs.fr/node/5787

VU SUR INTERNET

La photothèque de Eumetsat

www.eumetsat.int/website/home/Images/ImageLibrary/index.html

Le site internet de Eumetsat offre une belle collection d'images des satellites que gère l'organisation, et plus intéressant encore, de nombreuses études de cas reliant l'imagerie satellitaire à des phénomènes ou situations météorologiques observés par ailleurs.

Voir par exemple le cas de la chute de neige tout à fait inhabituelle sur les îles Canaries du 18 au 20 février dernier :

www.eumetsat.int/website/home/Images/ImageLibrary/DAT_2959315.html

EN BREF

PLUIES DE BOUE SUR LA FRANCE

A plusieurs reprises depuis le mois de février, des "pluies de boue" sont tombées dans diverses régions, notamment dans le sud-est. Le phénomène dû à un courant de sud en altitude véhiculant des poussières sahariennes, s'est manifesté le 22 février, les 2 et 3 avril (photo) et le 9 mai.



Pluie de boue à Marseille

PERTE D'OXYGÈNE DANS L'OCÉAN À PARTIR DES ANNÉES 2030

Une diminution importante de la quantité d'oxygène dissoute dans les océans, liée au changement climatique, est d'ores et déjà observable dans certaines régions. Cette diminution devrait apparaître plus largement à travers de grandes parties de l'océan mondial à partir des années 2030-2040, selon une étude conduite par le NCAR (National Center for Atmospheric Research, USA).

+ d'infos www2.ucar.edu/atmosnews/news/20721/widespread-loss-of-ocean-oxygen-become-noticeable-in-2030s

INITIALISATION ET PROPAGATION D'UN ÉCLAIR

Dans le cadre du programme HyMeX, une équipe comprenant des chercheurs de Météo-France (CNRM-GAME), du Laboratoire d'Aérodynamique (LA) de Toulouse et du Laboratoire de l'Atmosphère et Cyclones (LACy) de La Réunion a obtenu des résultats inédits concernant l'initialisation et la propagation des éclairs dans un système orageux. Ce travail a bénéficié de la combinaison prometteuse entre des données électriques tridimensionnelles et des données radars Doppler à diversité de polarisation.

+ d'infos www.obs-mip.fr/actualites/actualites-scientifiques/initialisation_eclair

EN BREF

LE PASSÉ, LE PRÉSENT ET LE FUTUR DES POUSSIÈRES AFRICAINES

Les vents du Sahara dispersent de telles quantités de poussières à travers la planète que celles-ci modifient le climat. Or, l'émission et le transport de ces poussières, qui arrivent jusqu'aux pôles, fluctuent considérablement. De nombreuses hypothèses ont été proposées pour l'expliquer, mais aucune relation univoque entre ces poussières et le climat n'a pu être établie jusqu'à présent. Selon les travaux d'une équipe franco-américaine de chercheurs du LATMOS (Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales, Versailles Saint-Quentin), du CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse) et du "Scripps Institute of Oceanography" (Université de Californie), les phénomènes météorologiques comme El Niño ou les précipitations au Sahel impactent bien les soulèvements de poussières par l'accélération d'un vent saharien en aval des principaux massifs montagneux ouest-africains. Les scientifiques ont également mis au point un nouveau modèle prédictif, selon lequel les émissions de poussières sahariennes vont diminuer au fil des cent prochaines années. Leurs travaux ont été publiés le 24 mars 2016 dans la revue *Nature*.

+ d'infos www.insu.cnrs.fr/node/5740

COUP DE FROID FIN AVRIL EN FRANCE

Après trois semaines plutôt douces, un coup de froid a affecté la France en fin de mois d'avril. Des gelées ont été enregistrées dans plusieurs régions, surtout dans la nuit du 26 au 27, occasionnant des dégâts aux cultures, notamment aux vignobles de Bourgogne (Chablis, Côtes de Nuits, Côtes de Beaune, Côte chalonaise) et du Val de Loire (Chinon, Bourgueil).

Le Mâconnais a été épargné, mais il avait subi des dégâts par la grêle le 13 avril. En Bourgogne, on a enregistré des températures minimales sous abri comprises entre 1,1° à Mâcon et -2,9° à Nevers.

Dans le vignoble chablisien, on lutte contre les gelées, soit par l'aspersion (photo), soit au moyen de chaufferettes à l'huile de paraffine (photo). Par ailleurs, dans la soirée du 30 avril et la journée du 1^{er} mai, la neige est tombée sur les massifs de l'est, notamment le Massif central, au-dessus de 800 /900 mètres (jusqu'à 30 cm localement) ; on parle de "neige du coucou".



AGENDA

Nos manifestations

Le Conseil d'administration de Météo et Climat 2016

Assemblée Générale du 17 mars 2016

LE BUREAU

Président.....	• Jean Jouzel
Vice-président.....	• Dominique Marbouty
Secrétaire générale.....	• Anne Guillaume
Trésorier.....	• Marc Payen
Conseillère.....	• Valérie Masson-Delmotte
Conseillère.....	• Nicole Papineau
Conseiller.....	• Michel Petit
Conseiller.....	• Thierry Phulpin

LES AUTRES MEMBRES DU CONSEIL

• Nicolas Bériot	• Andrea Flossmann
• Guy Blanchet	• Laurent Garcelon
• Christophe Cassou	• Anne Girault
• Jean-Pierre Chalon	• Matthias Gonzalez
• Cathy Clerbaux	• Stéphane Hallegatte
• Joël Collado	• François Lalaurette
• Morgane Daudier	• Didier Renaut
• Jean-Louis Dufresne	• Michel Rochas

13^{ème} Forum International de la Météo et du Climat 2016

Paris | Parvis de l'Hôtel de Ville et CESE | 28-30 mai 2016



Météo et Climat vous donne rendez-vous du 28 au 30 mai prochain pour le 13^{ème} Forum International de la Météo et du Climat. Cette édition est parrainée par l'astrophysicien **Hubert REEVES**.

Journées grand public

28-30 mai, parvis de l'Hôtel de Ville, Paris 4^e.

Animations – Ateliers pédagogiques – Rencontres et **Débats participatifs**.

Retrouvez toute la programmation sur la page **Facebook** de l'événement

Journées professionnelles

29-30 mai, Conseil économique, social et environnemental, Paris 16^e. **Atelier-Media** des présentateurs météo.

Colloque international "Les territoires : laboratoires du changement climatique".

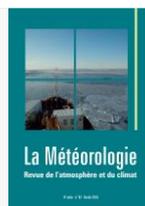
+ d'infos www.forumeteoclimat.com

Suivez le FIM 2016 sur Twitter @Forumeteoclimat et paratgez avec #IWF16.

PARUTION

La Météorologie

Revue de l'atmosphère et du climat



PRÉ-SOMMAIRE N°94

Août 2016

<http://irevues.inist.fr/la-meteorologie>

LA VIE DE MÉTÉO ET CLIMAT

■ Le 13^e Forum International de la Météo et du Climat

ARTICLES

- ENSEIGNEMENT - Chaleur latente (C. Risi) *sous réserve*
- Les aérosols (P.Nabat)
- Mise en perspective des vagues de chaleur en France avec les effets du changement climatique (J.M Soubeyroux)
- Circulation océanique à 1000M - avec données Argo (M. Ollitrault) *sous réserve*
- Utiliser CORDEX pour enrichir l'offre de services climatiques : PROCLIM (S. Mercier)

LU POUR VOUS / VIENT DE PARAÎTRE

SAISON CYCLONIQUE

RESUMÉ CLIMATIQUE

ANNONCES

Autres manifestations

25 mai
2016

8^e Forum Science, Recherche & Société

Paris 3^e | CNAM

Crée par *Le Monde* et *La Recherche* en 2009, ce rendez-vous unique propose des tables rondes, des conférences plénières, exposition, documentaire... Le public y rencontrera scientifiques, chercheurs, philosophes, acteurs de la société civile, et essayistes réputés

+ d'infos www.forum-srs.com

2 juin
2016

Conférence-débat avec Jean Jouzel

Toulouse | Université Toulouse III Paul Sabatier

Météo et Climat Midi-Pyrénées et l'Université Toulouse III - Paul Sabatier vous invitent à une conférence-débat "Quel futur pour la planète après la COP21?" avec Jean Jouzel, climatologue et président de Météo et Climat.

+ d'infos toulouse@meteoclimat.fr

9-12 juin
2016

Futur en Seine

Paris 3^e | Plusieurs lieux

Futur en Seine est le plus grand rendez-vous européen de l'innovation, gratuit et ouvert à tous.

Un événement incontournable où se rencontrent les forces vives de la création et de l'innovation française et internationale.

Demos, conférences, workshops, rencontres : profitez d'une immersion totale dans l'univers du numérique.

+ d'infos www.futur-en-seine.paris