

Notes de Lectures

Les évènements
météorologiques extrêmes
dans un contexte
de changement climatique
(*Rapport ONERC,
La Documentation
française, 2018*)



J'ai lu avec beaucoup d'intérêt ce rapport de l'*Observatoire des Effets sur le*

Réchauffement Climatique (ONERC) avec lequel j'ai travaillé dans le passé.

Le titre est très suggestif puisque, à chaque catastrophe météorologique (tempête, inondation, canicule), on ne manque pas de demander aux spécialistes si elle a un lien avec le changement climatique en cours. On reste souvent sur sa faim, avec une réponse qui se réfère aux échelles de temps : évènement météorologique ponctuel en face d'une tendance de long terme pour le changement climatique.

N'oublions pas cependant que le débat sur le lien cyclones et changement climatique est très vif aux Etats-Unis, et l'était même déjà avant le cyclone Katrina (2005). D'après l'OMM, les phénomènes liés au temps, au climat et à l'eau sont à l'origine de 90% des catastrophes naturelles, que sont tempêtes, cyclones, inondations, avalanches et mouvements de terrain, canicules et vagues de froid, enfin sécheresses. Le bilan financier de ces désastres météorologiques a atteint un record en 2017 avec 400 milliards de dollars d'après les caisses de réassurance. Le rapport étudie leur présence dans le climat passé et présent, leur évolution dans un climat changeant, les risques encourus et leur prévention. Quatre phénomènes : tempêtes, inondations, avalanches, et canicules, sont retenus pour cette synthèse.

Pour les **tempêtes** en France métropolitaine, leur nombre s'est réduit de moitié entre les périodes 1980-1995 et 1995-2015, ce qui pourrait s'expliquer par l'augmentation de la rugosité de surface (urbanisation, augmentation des forêts). Les projections climatiques ne montrent pas de tendance significative de long terme aux horizons 2050 ou 2100, ni d'influence humaine. La prévention est organisée avec la procédure de vigilance météorologique développée en 2001 à la suite des tempêtes Lothar et Martin (déc. 1999) et qui concerne : vents violents, fortes pluies, orages, neige-verglas, avalanches. Elle est régulièrement améliorée par retours d'expérience et étendue à d'autres phénomènes. Un site permet aussi de disposer des chroniques complètes des tempêtes depuis 1980 (www.tempetes.meteo.fr) et la saison cyclonique 2017

aux Antilles, avec les cyclones Irma et Maria est présentée en détail.

Pour les **inondations**, l'origine peut être : précipitations intenses (crues rapides), longues périodes humides (crues lentes). Un exemple de crues rapides est fourni par les épisodes cévenols, dont le risque augmente avec le changement climatique. Ces *crues rapides* peuvent aussi être engendrées par la fonte du manteau neigeux, à la suite d'une augmentation des températures ou des précipitations. Pour les *crues lentes*, on se réfère à la statistique, soit à des crues décennales qui pourraient décroître au Sud et augmenter au Nord. La prévention est effectuée par le réseau Vigicrues, qui surveille 22 000 Km du réseau hydrographique français (500 agents sur le terrain et 3000 stations hydrométriques) pour définir un niveau de risque de crues sur les 24 h à venir.

Les **avalanches** dans les Alpes sont connues grâce à l'Enquête Permanente sur les Avalanches qui les enregistre depuis le début du XX^e siècle. On observe un maximum relatif d'activité avalancheuse autour de 1980, suivi d'une décroissance, et aussi une diminution de la proportion d'avalanches avec aérosol depuis 1970 (non enregistrées avant). Mais cette évolution globale masque un effet d'altitude. A basse altitude, en dessous de 1500 m, la diminution des avalanches est liée à la forte baisse de l'enneigement due au réchauffement climatique. Au contraire, à plus haute altitude, l'augmentation est peut-être due à l'accroissement de la variabilité climatique hivernale et de l'activité avalan-

cheuse de neige humide. Ceci s'applique aux Alpes du Sud dont l'altitude, en moyenne, est plus élevée que dans les Alpes du Nord. Les projections climatiques renforcent ces tendances pour les Alpes.

Les **canicules** revêtent une portée symbolique importante depuis l'hécatombe catastrophique de 2003 (15 000 décès) qui a entraîné des mesures spécifiques, avec le plan canicule en 2004. Les simulations du climat futur, réalisées à l'issue de l'évènement, présentaient cet été caniculaire comme très fréquent en 2050, ce qui a renforcé la vigilance. L'évaluation de ce plan canicule sur les canicules de 2006 (1 000 décès), de 2015 (1 700), de 2017 (345), de 2018 (1 500) a démontré son efficacité, bien qu'elles soient de moindre amplitude qu'en 2003. Restons vigilants cependant, puisque la perception du risque associé à la canicule reste très faible (4% même chez des personnes âgées) !

D'autres évènements extrêmes sont étudiés comme **les feux de forêt, les laves torrentielles, les pluies intenses, les sécheresses, et les vagues de froid**, ce qui en fait un ouvrage très complet. La détection et l'attribution de l'influence humaine ont été étudiées sur six évènements climatiques ou météorologiques extrêmes et concluent, comme le colloque « *Our common future under climate change* » (Paris, juillet 2015) que l'influence humaine sur les canicules est probable, comme aussi, sans doute, sur les pluies extrêmes. Mais les évènements neigeux, les risques gravitaires ou liés aux glaciers n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies sur cette influence humaine.

Enfin, j'ai découvert la création d'un *Observatoire National des Risques Naturels*, créé en 2012 à la suite de la tempête Xynthia de 2010 (www.orn.fr), mais aussi le développement de plans de prévention des risques pour l'aléa submersion marine, appelés « *Plans de Prévention des Risques Littoraux* » (PPRL). Des affiches de sensibilisation pour le grand public sont diffusées concernant la canicule ou le grand froid, mais aussi les pluies méditerranéennes intenses (cf. le site de Météo-France : www.pluiesextremes.meteo.fr)

En conclusion, ce volume est un document d'expertise extrêmement riche, au plan cependant parfois compliqué. En effet, chaque sujet est traité successivement par différents auteurs, ce qui ne facilite pas la synthèse. Il restera toutefois un document de référence sur les évènements extrêmes. 🌈

RÉGIS JUVANON DU VACHAT

Le climat : de l'observation à la modélisation
Brève histoire d'une épopée scientifique et technologique
Par Ludovic Touzé-Peiffer
(Editions Matériologiques, 2018)

L'auteur retrace l'histoire scientifique et technologique des programmes de climat à l'échelle mondiale, grâce à des interviews de Pierre Morel, qui en a été un acteur important. On insiste souvent sur les progrès de la modélisation (climat) et de la prévision (météorologie) avec l'augmentation de la puissance des ordinateurs. Ce livre retrace l'épopée des grands programmes de recherche et

d'observation (avec le satellite notamment) qui ont permis une meilleure compréhension du climat planétaire. Le plan des chapitres suit, à peu près, la progression historique.

Le chapitre 1 présente l'histoire de la Préviation Numérique jusqu'aux années 1950, avec Richardson (1922), puis Charney et Von Neumann et l'ordinateur ENIAC (1950), et aussi la découverte des modèles filtrés avec Rossby. Dans le chapitre 2, la météorologie devient véritablement planétaire avec la création en 1963 de la *Veille Météorologique Mondiale* et, en 1967, le lancement du programme GARP (*Global Atmospheric Research Programme*) pour coordonner les recherches théorique et expérimentale en météorologie. C'est le début des satellites météo avec TIROS-1 lancé en 1960, tandis que le projet Eole (P. Morel, 1962) envoie 500 ballons plafonnants dans l'hémisphère Sud pour étudier la circulation générale de l'atmosphère. Dans le cadre du GARP se déroulent deux expériences marquantes : GATE l'été 1974 dans les tropiques, où l'on manque d'observations et la FGGE en 1978-1979. A cette époque, Lorenz, Leith et Charney étudient la prédictibilité de l'atmosphère en s'inspirant des théories de la turbulence à deux ou trois dimensions.

Le chapitre 3 approfondit la technique des satellites météorologiques avec les TIROS, les Nimbus, puis les satellites géostationnaires (le satellite européen Météosat a été lancé en 1978). Le rôle des satellites avait été initié lors de l'expérience mondiale FGGE au cours de laquelle les géostationnaires américains avaient d'ailleurs

rencontré quelques difficultés. Cependant il faudra vingt ans pour réussir à prendre en compte correctement les mesures des satellites, les fameuses « radiances » et permettre une amélioration de la prévision, avec des travaux tels que ceux réalisés au *Centre Européen de Préviation Météorologique à Moyen Terme*.

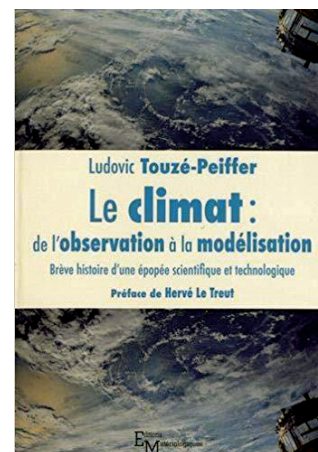
Le chapitre 4 développe, en parallèle, des prévisions numériques du temps et les simulations climatiques qui s'enracinent dans les études de circulation générale de l'atmosphère. Norman Phillips (1923-2019) fut un pionnier de ces simulations, avec un modèle quasi-géostrophique à deux couches qui reproduisait correctement certaines caractéristiques de la circulation atmosphérique. Ce succès incita à la création du *Geophysical Fluid Dynamics Laboratory* (GFDL) en 1963, sous la responsabilité de J. Smagorinsky. Une application en fut alors rapidement suggérée avec les émissions de gaz à effet de serre, sujet sur lequel le japonais S. Manabe s'illustra le premier, à l'Université de Tokyo, avant de rejoindre en 1959 l'équipe du GFDL. A cette occasion, l'auteur retrace l'histoire de l'effet de serre depuis Fourier (1827) jusqu'au GIEC (créé en 1988) et remarque que la fourchette de sensibilité des modèles de climat « 1,5 °C – 4,5 °C » n'a pas changé depuis 1950.

Le chapitre 5 est le cœur de l'ouvrage avec la naissance du *Programme Mondial de Recherche sur le Climat* (WCRP) dont P. Morel a été le premier directeur en 1982 à l'OMM à Genève. Ce programme a été placé sous l'égide de l'OMM et du CIUS (Conseil International des Unions Scientifiques) après

une première conférence sur le climat en 1979 à l'OMM. Sa première tâche fut d'intégrer les programmes océaniques : l'expérience globale WOCE (1983) et la composante tropicale TOGA (1985) analogue à GATE pour l'atmosphère, qui avaient été lancées par les laboratoires océanographiques, et n'avaient pu bénéficier de financements lors de la décennie du GARP. En effet, l'océan joue un rôle majeur pour le climat, aussi, était-il essentiel d'intégrer ces organismes dans un programme climatique. Des progrès importants de l'observation océanique ont été déterminants pour ces campagnes : le réseau de flotteurs ARGO (en surface, puis en plongée), ainsi que les satellites mesurant l'altitude de la surface des océans Seasat (1978), TOPEX, puis TOPEX/Poseidon (1992). L'expérience TOGA a été lancée en 1985 pour prévoir le phénomène El Niño dans l'océan Pacifique. Le programme WCRP s'est aussi intéressé au cycle de l'eau avec GEWEX (1982), pour réduire les incertitudes liées aux processus humides de l'atmosphère. Enfin le chapitre se conclut avec les intercomparaisons de modèles qui jouent un rôle important dans les simulations du

Acronymes :

ARGO : Array for Real time Geostrophic Observation
ATLAS : Autonomous Temperature Line Acquisition System
ENIAC : Electronic Numerical Integrator And Computer
FGGE : First GARP Global Experiment
GARP : Global Atmospheric Research Programme
GATE : GARP Atlantic Tropical Experiment
GEWEX : Global Energy and Water EXperiment
GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
TIROS : Television Infra-Red Observation Satellite
TOGA : Tropical Ocean Global Atmosphere
TOPEX : TOPOgraphy EXperiment
WCRP : World Climate Research Programme
WOCE : World Ocean Circulation Experiment



GIEC.

Le dernier chapitre présente les avancées technologiques, notamment spatiales, qui ont grandement fait progresser l'observation océanique (satellites et bouées) et l'ont « démocratisée ». En résumé c'est l'histoire scientifique et technologique de l'observation et de la modélisation du climat, qui est présentée dans cet ouvrage comme une épopée absolument passionnante. 🌈

RÉGIS JUVANON DU VACHAT