

L'augmentation de la vapeur d'eau n'est cependant pas le seul impact du changement climatique sur les tempêtes tropicales. La diminution du cisaillement du vent (la différence de vitesse ou de direction entre les vents proches du sol et ceux qui soufflent dans les hautes couches de l'atmosphère) favorise également le développement des tempêtes, car les colonnes d'air ascendant risquent moins d'être déchirées. D'autres modificateurs de ces phénomènes sont à l'étude, notamment les changements dans les concentrations de particules de poussière et de pollution dans l'air, ainsi que les différences dans le réchauffement de l'atmosphère entre la basse et la haute altitude, qui influent sur la vitesse à laquelle les bulles d'air chaud s'élèvent.

UNE CHALEUR MORTELLE

La menace que l'augmentation de la vapeur d'eau fait peser sur nos sociétés va bien au-delà des tempêtes. La moiteur de l'air contribue à

rendre les nuits de canicule encore plus intolérables pour les populations fragiles. Depuis le milieu des années 1990, les températures minimales nocturnes mesurées en été au-dessus des continents augmentent plus vite que les minimales diurnes. La raison ? Comme la vapeur d'eau est un gaz à effet de serre, un surcroît d'humidité chauffe l'atmosphère : la chaleur qui s'échapperait normalement dans l'espace la nuit est au contraire piégée, empêchant le refroidissement de la surface de la Terre. Et contrairement au dioxyde de carbone, qui se répand dans le monde entier quel que soit son lieu d'émission, la vapeur a tendance à stagner localement.

En outre, une humidité élevée empêche l'évaporation de la sueur, le système de refroidissement naturel du corps, ce qui entraîne une surchauffe et nuit au sommeil. L'une des mesures de cet inconfort est l'indice de chaleur, qui combine les effets de la température et de

EN FRANCE, UN AVENIR INCERTAIN SOUS INFLUENCE DE LA MÉDITERRANÉE

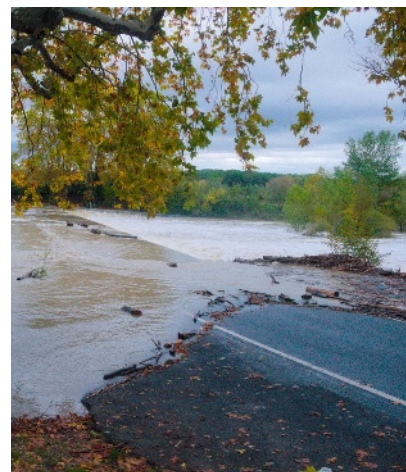
L'augmentation des précipitations extrêmes, prévue par les modèles numériques de climat, est clairement observée dans les régions continentales des moyennes latitudes. Dans les régions tropicales et subtropicales, l'effet est encore incertain. Quant à l'échelle plus petite, des différences régionales apparaissent. Pourquoi ? La météo en un lieu donné est en général sous l'influence de la localisation géographique, de la présence de côtes, de montagnes et du type de sol. Localement, les précipitations sont ainsi liées à des processus physiques différents : aux mouvements météorologiques de grande échelle, comme les fronts et les cyclones, ou alors aux mouvements verticaux de l'air liés aux orages ou aux reliefs. Les détails du sol, ou la température de la mer et d'autres phénomènes influent de façon plus ou moins marquée. L'augmentation de l'humidité intervient de manière différente dans chacun de ces mécanismes.

Qu'annoncent les modèles pour la France, dans les prochaines décennies ? L'augmentation des précipitations extrêmes devrait être à peu près uniforme sur tout le pays. La région méditerranéenne est néanmoins celle où l'impact pourrait être le plus fort. En effet, le Sud-Est connaît déjà en temps normal des épisodes de pluie plus intense, en particulier à l'automne. À cette saison, les grandes perturbations venant de l'Atlantique rencontrent une Méditerranée encore très chaude, ce qui crée des situations de très forte instabilité,

dont les célèbres épisodes « cévenols » qui déversent des torrents de pluie sur le sud du Massif central. Les météorologues prévoient que ces événements méditerranéens continueront à augmenter dans le futur, à cause de l'humidité, mais surtout à cause de l'augmentation de température de la Méditerranée. Difficile aujourd'hui de préciser si le changement climatique modifiera le troisième ingrédient, les perturbations atlantiques.

D'un point de vue concret, on peut se poser la question aujourd'hui : observons-nous déjà une augmentation des inondations et de crues en France ? Il est difficile d'y répondre à vrai dire. De nombreuses incertitudes sans lien avec la météo planent sur cette évaluation. L'ampleur des précipitations n'est en effet pas l'unique facteur de risque. La vulnérabilité des populations dépend aussi de la gestion du territoire. Les qualités et densité du bâti, la bétonisation, les pratiques agricoles, variables selon les régions, influencent énormément les dégâts occasionnés par un épisode de pluie extrême, et parfois ces paramètres jouent un rôle aussi important que ce qui tombe sur nos têtes. Comprendre exactement leur impact à l'échelle du territoire et leur évolution future reste toutefois délicat.

Pour revenir à la météorologie, les épisodes méditerranéens illustrent la complexité de la physique des pluies. Si on imagine que la pluie est comme un seau que l'on renverse, l'augmentation de l'humidité atmosphérique ne fait que remplir un peu plus ce seau. Certes,



Une inondation à Villetelle, dans l'Hérault, à la suite d'un épisode cévenol survenu en octobre 2021.

mais de nombreuses variations autour de ce mécanisme central pourraient survenir à l'avenir : il pourrait y avoir plus de seaux (plus de perturbations) ou des seaux qui se renversent lentement ou d'un seul coup (plus ou moins d'instabilité), ou encore d'autres effets physiques plus complexes.

Dès lors, une question générale se pose : allons-nous vers un monde où la météo restera à peu près celle que l'on connaît en termes de phénomènes, mais où chacun de ces phénomènes sera un peu plus chaud et un peu plus humide ? Ou verrons-nous une météorologie encore inconnue émerger ?

FABIO D'ANDREA

Laboratoire de météorologie dynamique,
École normale supérieure de Paris