

intenses et longues. Mais qu'en est-il de l'onde stationnaire et de l'AQR?

«Les prédictions sont difficiles, surtout en ce qui concerne l'avenir», auraient dit le physicien Niels Bohr et par la suite la légende du baseball Yogi Berra. En 2018, nous avons analysé comment les événements associés à l'AQR ont des chances d'être altérés par le changement climatique. Nous nous attendions à ce que la tendance à la hausse continue avec la même vigueur. Mais ce n'est pas ce que nous avons découvert.

Les experts du Giec et des simulations CMIP5 envisagent l'avenir du climat selon différents scénarios, du plus optimiste où les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) sont stoppées dès aujourd'hui à un monde qui s'entête à rejeter de plus en plus de CO₂. En partant de ce dernier scénario qualifié de *business as usual*, nous avons conclu que les chances de voir émerger les conditions propices à l'AQR allaient stagner jusqu'en 2050... avant de réaugmenter ensuite.

Ce basculement de régime résulte d'une autre activité humaine participant au changement climatique : les polluants atmosphériques comme le dioxyde de soufre, émis par exemple par la combustion du charbon. Sous forme d'aérosols, ces polluants dérivent dans l'atmosphère.

Cette pollution a été responsable des pluies acides dans les années 1950 à 1970 aux États-Unis. La loi sur la lutte contre la pollution atmosphérique (Clean Air Act) a alors imposé aux industriels d'équiper les cheminées d'épurateurs afin d'éliminer le dioxyde de soufre des émissions. Cela a sauvé des forêts, des lacs et des cours d'eau, mais a aussi contribué à accélérer le réchauffement climatique à partir des années 1970, car ces particules réfléchissent la lumière du soleil dans l'espace : plus rares dans le ciel, elles ont moins rempli cette fonction.

Une grande partie du reste du monde – et surtout la Chine – fonctionne encore avec d'anciennes pratiques industrielles. Le scénario habituellement envisagé par le Giec suppose que des pays comme la Chine continueront à brûler du charbon, contribuant ainsi à une augmentation des émissions de CO₂ qui en ferait plus que tripler le niveau préindustriel d'ici à la fin du xx^e siècle. Le scénario suppose toutefois que ces industries installeront des épurateurs ces prochaines décennies.

Cela entraînera une réduction spectaculaire des aérosols d'ici au milieu du siècle, et accélérera le réchauffement. L'effet sera particulièrement important aux moyennes latitudes en été, lorsque la lumière du soleil est maximale ; une grande partie ne sera plus réfléchi. Dans certaines simulations numériques, le réchauffement

estival des latitudes moyennes est si notable qu'il dépasse le réchauffement de l'Arctique. L'amplification arctique diminue voire s'arrête. Cela stabiliserait voire réduirait l'AQR, et finalement adoucira le jet-stream.

Cette évolution semble être une bonne nouvelle. Mais il s'agit en réalité d'un pacte faustien. L'effet positif quasi immédiat se paye à long terme. Au milieu du siècle, les aérosols auront presque tous disparu et, à partir de ce moment, la hausse des gaz à effet de serre pourra livrer tout son potentiel en termes d'élévation des températures. Une fois encore, la hausse s'accélérera dans la région polaire. L'amplification arctique reprendra et les événements liés à l'AQR – les régimes climatiques durables, intenses, chauds, secs et humides – se multiplieront à nouveau. À la fin du siècle, ils seront environ 1,5 fois plus fréquents qu'aujourd'hui. Le changement sera particulièrement marqué en été, dans les latitudes moyennes. Or c'est là que vivent la plupart des populations et où l'on fait pousser de nombreuses cultures, dont beaucoup résistent mal à la canicule.

Y a-t-il une issue ? Si le monde agit maintenant et s'engage vers une diminution significative des émissions de carbone dans l'atmosphère, nous pouvons encore éviter un réchauffement catastrophique de 2 °C, ce qui nous épargnerait probablement une aggravation de l'AQR. La voie la plus sûre (et la plus économique) consiste à limiter immédiatement l'usage de combustibles fossiles et les autres activités humaines qui enrichissent l'atmosphère en gaz à effet de serre.

LE FUTUR EST ENTRE NOS MAINS

Le monde doit parfois prendre des décisions en dépit des incertitudes. Certaines simulations indiquent une augmentation beaucoup plus importante (plus de trois fois) du nombre d'événements AQR, tandis que d'autres montrent en réalité une diminution. La disparité des résultats provient en grande partie des différentes façons dont les modèles climatiques traitent les aérosols. Les prévisions finiront-elles par converger ? Nous l'ignorons. On peut soutenir que, compte tenu de l'incertitude et du risque potentiel, si le pire des scénarios survient, la solution la plus sage consiste à réduire fortement les émissions.

Bien entendu, il serait utile de réduire les incertitudes. Cela revient, au moins en partie, à améliorer notre compréhension de la physique. En l'occurrence celle des aérosols et de la façon dont ils diffusent le rayonnement solaire constitué... d'ondes électromagnétiques. Encore une fois, cela requiert de comprendre la physique des ondes. La boucle est bouclée. ■

LA PROBABILITÉ DES CALAMITÉS MÉTÉOROLOGIQUES A AUGMENTÉ D'ENVIRON 50 %

BIBLIOGRAPHIE

M. E. MANN ET AL., *Projected changes in persistent extreme summer weather events: The role of quasi-resonant amplification*, *Science Advances*, vol. 4(10), article eaat3272, 2018.

D. COUMOU ET AL., *The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation*, *Nature Communications*, vol. 9, article 2959, 2018.

M. E. MANN ET AL., *Influence of anthropogenic climate change on planetary wave resonance and extreme weather events*, *Scientific Reports*, vol. 7, article 45242, 2017.

J. MASTER, *Le jet-stream polaire se dérègle-t-il ?*, *Pour la Science*, n° 449, pp. 56-63, mars 2015.