

> Cette tendance à la hausse contribue à expliquer la vague d'événements météorologiques estivaux extrêmes et de longue durée que l'on a observés autour de l'hémisphère Nord au cours des deux dernières décennies. Des scientifiques ont récemment montré que les conditions de l'AQR étaient liées à la vague de chaleur européenne de 2003, aux feux de forêt de 2010 en Russie et aux inondations consécutives au Pakistan, à la sécheresse qui a frappé l'Oklahoma et d'autres régions des États-Unis en 2011, ainsi qu'aux incendies de forêt de Californie en 2015 et ceux d'Alberta en 2016. On peut maintenant ajouter à cette liste les feux de forêt sans précédent de Californie en 2018. Les changements climatiques causés par l'homme ont accru la probabilité de ces calamités météorologiques d'environ 50% au cours des dernières décennies.

QUELLE EST L'INFLUENCE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ?

Au vu de ce qui précède, il semblerait que les épisodes météorologiques extrêmes ne feront qu'empirer. Des principes physiques de base laissent penser que c'est bien ce qui va se passer. Par exemple, une atmosphère plus chaude retient davantage d'humidité et déverse ensuite plus de pluies torrentielles. Et une planète plus chaude signifie plus de vagues de chaleur, 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 grand physicien Niels Bohr et par la suite la légende du base-ball Yogi Berra. Dans un article publié en octobre 2018, mes collègues et moi 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 sous différents scénarios, du plus optimiste où les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) sont stoppées dès aujourd'hui à un monde qui s'entête à rejeter de plus en plus de CO_2 . En partant de ce dernier scénario qualifié de *business as usual* (où l'on extrapole l'augmentation de CO_2 à partir des valeurs des dernières décennies), nous sommes parvenus à la conclusion 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 puise sa source dans un autre facteur humain, déterminant mais parfois négligé, du changement climatique : les polluants atmosphériques tels que le dioxyde de soufre, qui sont produits par la combustion du charbon et d'autres activités

industrielles. Ces polluants forment des particules nommées aérosols qui dérivent dans l'atmosphère et réfléchissent la lumière du soleil dans l'espace, refroidissant ainsi la Terre.

La pollution aux aérosols a été responsable des pluies acides dans les années 1950 à 1970 dans le nord-est des États-Unis. La loi américaine sur la lutte contre la pollution atmosphérique (Clean Air Act) imposait aux installations industrielles américaines d'équiper les cheminées d'épurateurs afin d'éliminer le dioxyde de soufre des émissions. Cela a

La pollution par les aérosols enrayerait l'aggravation de l'AQR jusqu'en 2050

permis de sauver des forêts, des lacs et des cours d'eau, mais en retour a mis en relief le rôle joué par les aérosols dans le climat. Les particules reflétant la lumière du soleil, leur raréfaction dans le ciel a contribué à accélérer le réchauffement climatique à partir des années 1970.

Une grande partie du reste du monde – et surtout la Chine, qui compte près de la moitié de toutes les centrales au charbon actuelles – fonctionne encore avec d'anciennes pratiques industrielles. Le scénario habituellement envisagé par le Giec suppose que des pays tels que la Chine continueront à brûler du charbon, contribuant ainsi à une augmentation des émissions de CO_2 qui en ferait plus que tripler le niveau préindustriel d'ici à la fin du XIX^e siècle. Le scénario suppose également, toutefois, que ces industries installeront des épurateurs au cours des 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 le phénomène

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.

de l'AQR, voire le réduirait – et finalement adoucissait 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 de 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.

LE FUTUR EST ENTRE NOS MAINS

Y a-t-il une issue? Si le monde agit maintenant pour sortir de sa passivité 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 des événements 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 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 ne le savons pas encore. 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 – des ondes électromagnétiques émises par le Soleil. Encore une fois, cela requiert de comprendre la physique du comportement des ondes. La boucle est bouclée. ■



© Muséum national d'Histoire naturelle - Tin-Yam Chan



exposition
3 avril 2019 —
5 janvier 2020

#ExpoOcean

Océan

UNE
PLONGÉE
INSOLITE

GRANDE GALÉRIE
DE L'ÉVOLUTION

POUR LA
SCIENCE