

Le jet-stream, amplificateur météorologique

Le jet-stream, ce courant de vents forts qui circulent à haute altitude, est parfois responsable sous nos latitudes d'événements météorologiques extrêmes. Il est à craindre que le réchauffement climatique renforce cette tendance vers 2050. À la clé, vagues de chaleur, incendies et inondations à répétition.

C

es quinze dernières années, une longue litanie d'événements climatiques extrêmes a frappé le monde en été. En 2003, l'Europe a connu une vague de chaleur inédite, qui a fait 30 000 victimes. En 2010, des feux de forêt en Russie et des inondations au Pakistan ont causé des dégâts et un nombre de morts sans précédent. Un an plus tard, sous l'effet de la chaleur et de la sécheresse, les *ranchers* de l'État d'Okla-homa perdaient la moitié de leur bétail. Les feux de forêt de 2016 en Alberta ont constitué la catastrophe la plus coûteuse de l'histoire du Canada. Et l'été 2018 a été tristement célèbre aux États-Unis: des températures dépassant 37°C ont été durablement atteintes dans le sud-ouest, des pluies abondantes et des crues ont frappé durement le nord-est du pays et la Californie a subi de terribles incendies. Le

même été, des calamités météorologiques du même type ravageaient l'Europe et l'Asie.

Ces catastrophes à répétition, alors que la Terre se réchauffe, sont-elles une coïncidence? Mes collègues et moi pensons que non. Tous ces événements ont un point commun: ils se sont déroulés pendant que le jet-stream présentait une forme inhabituelle.

Le jet-stream (ou courant-jet) est un courant de vents violents qui soufflent d'ouest en est et font le tour de l'hémisphère Nord à une latitude moyenne d'environ 60°. Le jet-stream chemine parfois en ligne à peu près droite (lorsqu'on trace sa trajectoire sur un planisphère), mais il peut aussi onduler (il forme des vagues qui se déplacent). Par exemple, il peut traverser l'Amérique du Nord d'abord en remontant de l'océan Pacifique vers l'ouest du Canada, puis descendre vers le sud jusqu'au Midwest américain avant de repartir au nord vers Terre-Neuve. Cette traversée en forme de S couché apporte de l'air chaud au nord et de l'air frais au sud et déverse sur les territoires de la pluie ou de la neige, en particulier au niveau des inflexions du S. Ainsi, le jet-stream contrôle la météorologie des latitudes moyennes.

Durant les événements extrêmes que nous avons mentionnés, le jet-stream s'est étrangement comporté. Ses coudes se sont aventurés loin au nord et au sud. Or plus ces sinuosités sont amples, plus les conditions climatiques s'aggravent sous les pics et les creux du S couché. Et si en plus elles se figent, comme cela a

➤ été le cas durant l'été 2018, les bulletins météo quotidiens se répètent, n'annonçant que pluies diluviennes ou canicules. Inondations record, sécheresses et feux de forêt surviennent alors.

Nous avons récemment montré que ces situations, où le jet-stream ondule et est comme paralysé, deviendront de plus en plus fréquentes en raison du réchauffement climatique, ce qui perturbera de façon répétée la météo de l'hémisphère Nord. Mais nous avons aussi prévu que, paradoxalement, la sévérité des cataclysmes pourrait marquer le pas pendant les prochaines décennies. Cela pourrait sonner presque comme une bonne nouvelle... sauf que, selon nos analyses, les événements extrêmes s'aggraveront à partir de 2050, en particulier l'été. La santé et la sécurité des gens seront davantage menacées, les dégâts causés par les orages seront de plus en plus coûteux et les cultures, dévastées par les intempéries, risqueront de ne plus suffire à nourrir une population mondiale toujours croissante.

D'où tirons-nous ces prévisions? De la théorie des ondes et de la mécanique quantique. Oui, les mathématiques qui décrivent le comportement des électrons à petite échelle nous aident à dessiner le futur de l'atmosphère aux échelles globales. Elles indiquent que la multiplication des événements extrêmes, le plateau à venir et la nouvelle intensification qui s'ensuivra sont pilotés par un étrange compromis entre les concentrations de gaz à effet de serre provenant de combustibles fossiles brûlés et la pollution par le soufre provenant des cheminées industrielles. Elles soulèvent aussi la question de savoir si la réduction des émissions empêchera bien le jet-stream de causer des ravages, ce qui est loin d'être une certitude...

LES ONDES DE ROSSBY

Quelle est l'origine du jet-stream? Ces vents se forment quand l'air chaud de surface des régions subtropicales remonte vers le nord et rencontre l'air froid de surface en provenance des pôles, ce qui se produit approximativement sur le continent américain à la frontière qui sépare les États-Unis et le Canada, et au niveau de la Scandinavie en Europe. Ils soufflent à 10 kilomètres d'altitude à l'interface de la troposphère (la couche la plus basse de l'atmosphère) et de la stratosphère.

Plus l'écart thermique est marqué entre l'air subtropical et l'air polaire, plus le jet-stream est vigoureux. En été, les différences de température sont moindres qu'en hiver et le jet-stream s'affaiblit. Comme une voile qui faseye sous un vent faible, le jet-stream forme alors plus facilement des ondulations nord-sud.

SI LE JET-STREAM EST AFFAIBLI, SES SINUOSITÉS PEUVENT CALER, D'OÙ DES SITUATIONS DE BLOCAGE

Mais pourquoi ces lacets se forment-ils qu'en certains endroits? Le jet-stream est en réalité influencé par une série de larges ondes qui circulent dans l'atmosphère, créées naturellement par la rotation de la Terre dans l'air. Il s'agit des ondes de Rossby, du nom du météorologue suédo-américain Carl-Gustaf Rossby, le premier à expliquer dans les années 1930 la physique à grande échelle de l'atmosphère. Ces ondes existent aussi dans les océans.

Les ondes de Rossby atmosphériques s'étendent sur des centaines de kilomètres et se meuvent d'ouest en est dans l'hémisphère Nord. Quand la différence de température entre les masses d'air décroît en été, elles ont tendance à se déformer et leur migration vers l'est ralentit. En toute saison, le jet-stream adopte la forme et la trajectoire des ondes de Rossby.

D'autres ondes se propagent à travers l'atmosphère et les océans. Par exemple, des ondes de gravité naissent d'une perturbation temporaire entre la gravité, qui tire l'atmosphère vers le bas, et d'autres forces qui la poussent vers le haut, comme quand une montagne fait s'élever les vents incidents. Parmi ces ondes, celles dites « de Kelvin » se produisent dans le Pacifique dans un couloir étroit situé à cheval sur l'équateur. Elles y voyagent d'ouest en est, réchauffent et refroidissent à intervalles réguliers les eaux de surface, et constituent un ingrédient essentiel du phénomène climatique El Niño.

Les boucles du jet-stream engendrent des systèmes météorologiques locaux avançant vers l'est de façon synchrone avec elles. Ce sont les H (pour *high*) et L (pour *low*) des cartes météorologiques, qui pointent des zones de haute et basse pression. Une zone de haute pression coïncée dans un sommet du S (on parle de crête) tourne dans le sens des aiguilles d'une montre et apporte en été un temps sec et chaud. Un système dépressionnaire niché dans le bas du S (ou creux) tourbillonne en sens inverse et engendre un temps humide et frais. Si le jet-stream est affaibli, il peut « caler » (l'onde est stationnaire) : les systèmes météorologiques de haute et basse pression font du surplace, brûlant les terres sous-jacentes ou causant d'incessantes pluies torrentielles – c'est ce qui est arrivé avec l'ouragan Harvey, au Texas notamment, et l'ouragan Florence au-dessus du centre-est des États-Unis.

UN FACTEUR D'AGGRAVATION

Les événements météorologiques extrêmes surviennent majoritairement quand les boucles des ondes de Rossby, et donc celles du jet-stream, sont fortement amplifiées. En effet, les systèmes de haute et basse pression sont d'autant plus