

■ LES AUTEURS



Michael DETTINGER est chercheur hydrologue à l'USGS (l'Institut américain d'études géologiques) et chercheur associé au Département Climat, science atmosphérique et océanographie physique de l'Institut Scripps d'océanographie à La Jolla, en Californie.

Lynn INGRAM est professeur de sciences de la Terre et de planétologie à l'Université de Californie à Berkeley.

L'ESSENTIEL

- Les rivières atmosphériques sont d'étroites bandes de vapeur d'eau évoluant à un kilomètre d'altitude et longues de plusieurs milliers de kilomètres.
- Elles se transforment en précipitations et provoquent des crues exceptionnelles partout dans le monde.
- Les données géologiques montrent qu'en Californie, ces crues se produisent tous les 200 ans environ. L'épisode le plus récent date de 1861.
- Des simulations soulignent les risques humains et matériels d'une nouvelle crue en Californie.

Les inondations de 1861-1862 furent-elles un événement unique ? L'analyse des dépôts de sédiments indique que des inondations catastrophiques de cette ampleur touchent la Californie tous les deux siècles environ depuis au moins deux millénaires. Les précipitations ont touché toute la côte, depuis le Nord du Mexique jusqu'à la Colombie-Britannique, au Canada. Les climatologues font maintenant l'hypothèse que ces inondations ont pour origine des rivières atmosphériques, flux de grandes quantités de vapeur conduisant à des précipitations importantes. La Californie pourrait être bientôt de nouveau touchée par un tel événement météorologique, qui ne se limite pas à la côte Ouest des États-Unis, mais concerne aussi d'autres régions du monde.

L'équivalent de dix Mississippi à un kilomètre d'altitude

Les rivières atmosphériques sont de longs couloirs de vapeur d'eau qui se forment à environ un kilomètre d'altitude. Elles font environ 400 kilomètres de large, mais s'étirent sur des milliers de kilomètres. Ce flux transporte, depuis les tropiques jusqu'aux latitudes moyennes, des quantités d'eau équivalentes à 10 ou 15 fois celle contenue dans le Mississippi. Quand l'une de ces rivières atteint la côte Ouest des États-Unis et arrive sur des chaînes montagneuses à l'intérieur des terres, telle la Sierra Nevada, la vapeur s'élève, se refroidit et se condense – d'où d'importantes précipitations.

Les habitants de la côte Ouest de l'Amérique du Nord connaissent depuis longtemps des tempêtes surnommées *pineapple express* (express ananas), qui se forment sous les tropiques dans la région de Hawaï, et se déversent sous forme de fortes pluies ou neiges pendant trois à cinq jours. Il s'avère que ces *pineapple express* correspondent à une configuration parmi d'autres des rivières atmosphériques. Chaque année, jusqu'à neuf rivières atmosphériques frappent la Californie. Peu d'entre elles sont assez puissantes pour provoquer des inondations exceptionnelles, mais même les tempêtes « normales » mettent à l'épreuve l'organisation des secours et les services de gestion de l'eau.

Les rivières atmosphériques se manifestent aussi sur les côtes occidentales

d'autres continents, et peuvent à l'occasion se former dans des endroits inattendus. Par exemple, les inondations catastrophiques de mai 2010 dans la région de Nashville, aux États-Unis, ont été alimentées par deux jours de fortes pluies d'une rivière atmosphérique provenant du golfe du Mexique. Les crues ont fait une trentaine de victimes et deux milliards de dollars de dégâts.

La côte Ouest de l'Europe n'est pas en reste. En 2009, d'importantes inondations dans le Sud de l'Angleterre et dans diverses régions d'Espagne étaient imputables à des rivières atmosphériques. Des études ont montré que dix inondations hivernales anglaises depuis 1970 étaient dues à ce phénomène.

Mais c'est le long de la côte Pacifique américaine que les rivières atmosphériques ont été le mieux étudiées. Cependant, malgré les énormes dégâts qu'elles provoquent, les rivières atmosphériques n'ont été découvertes que récemment et par hasard.

En janvier 1998, le Laboratoire des techniques pour l'environnement de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, l'agence américaine responsable de l'étude des océans et de l'atmosphère) a lancé le projet CALJET, dont l'objectif était d'améliorer la prévision des tempêtes les plus importantes qui sévissent sur la côte californienne. L'équipe du météorologue Marty Ralph a alors étudié une tempête hivernale. Celle-ci présentait des vents violents et transportait à elle seule environ 20 pour cent de l'humidité atmosphérique qui remontait des tropiques vers les latitudes moyennes. Ce flux de vapeur était concentré à environ un kilomètre au-dessus de la surface de l'océan, assez haut pour être difficile à identifier par les techniques classiques des observations météorologiques au sol.

La même année, les chercheurs Yong Zhu et Reginald Newell, alors au MIT (l'Institut de technologie du Massachusetts), remarquaient une caractéristique étrange dans les simulations des régimes globaux des vents et de la vapeur d'eau réalisées par le Centre européen de prévision météorologique à moyen terme. Ils trouvaient que, en dehors des tropiques, environ 95 pour cent de tout le transport de vapeur vers les pôles était assuré par cinq ou six bandes étroites, réparties aléatoirement autour du globe et traversant les latitudes moyennes d'Ouest en Est.

Pour décrire ces bandes, ils ont proposé le terme de « rivières atmosphériques ».

À peu près au même moment, un nouveau système d'imagerie micro-onde embarqué sur un réseau de satellites a mesuré pour la première fois la répartition atmosphérique de la vapeur d'eau. Cette dernière se concentre en longs et étroits couloirs mobiles, qui s'étendent en général de l'air chaud et humide des tropiques jusqu'aux régions plus sèches et plus froides des latitudes supérieures, comme dans les simulations précédentes. De plus, les données montraient que ces coulées de vapeur apparaissent et se dissipent en quelques jours à quelques semaines.

Les météorologues ont vite compris l'importance de ces découvertes. Ils ont multiplié les observations pour caractériser les rivières atmosphériques. Des radars pointés vers le ciel et des systèmes de mesure de la vitesse et de la direction du vent ont été mis en place pour les surveiller. Un programme de la NOAA a été consacré à l'étude du comportement des rivières atmosphériques lorsqu'elles pénètrent au-dessus des continents.

Grâce aux données récoltées, les prévisionnistes savent mieux reconnaître ce phénomène et prévoir son arrivée sur les côtes. Ces dernières années, certaines tempêtes ont été identifiées plus d'une semaine avant de toucher terre. Ce progrès donne en particulier plus de temps aux services de secours pour s'organiser.

Une grande inondation par siècle ?

Malgré une meilleure compréhension scientifique du phénomène, peu de choses sont faites pour limiter les dangers. Les inondations californiennes de 1861-1862 sont pratiquement oubliées aujourd'hui. Depuis un siècle, habitations, industries et exploitations agricoles se sont multipliées sur ces mêmes plaines inondables qui furent submergées il y a 150 ans. Les résidents ignorent ou négligent les risques. Mais, devant l'accumulation d'indices suggérant la possibilité d'une prochaine tempête de grande ampleur, l'inquiétude grandit chez les météorologues.

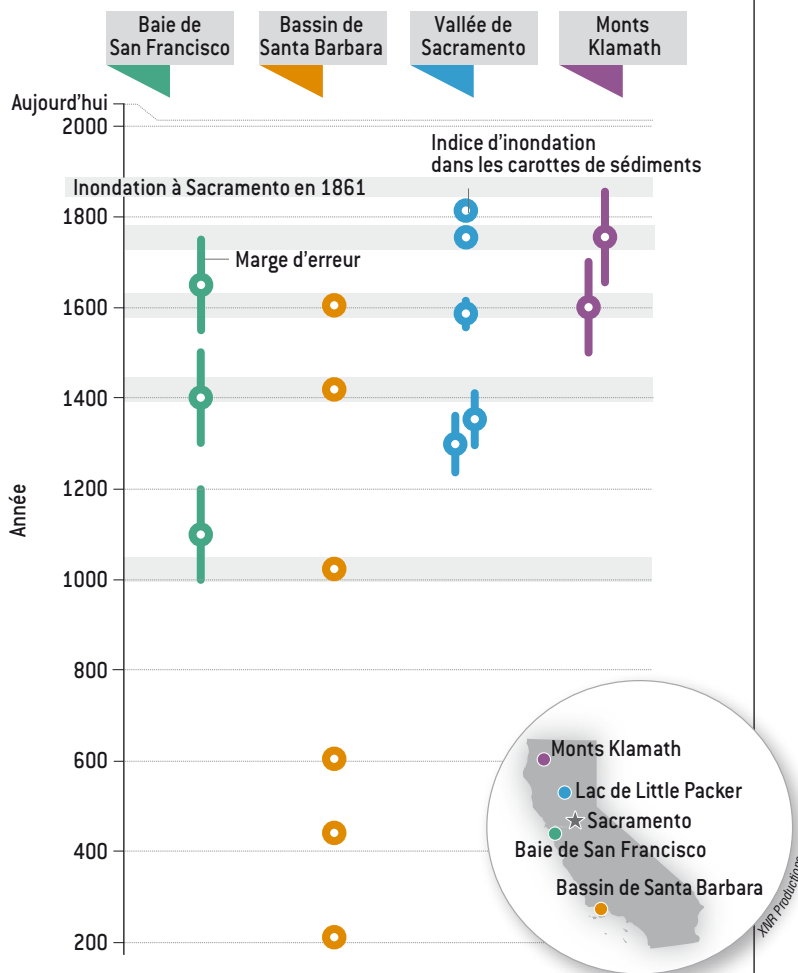
Pourquoi les spécialistes pensent-ils qu'une nouvelle crue importante pourrait se déclencher d'ici quelques années ? Certains chercheurs ont étudié l'occurrence et la fréquence des inondations en Californie

LES GRANDES INONDATIONS EN CALIFORNIE

Des inondations massives ont frappé la Californie tous les 200 ans environ, d'après les analyses des dépôts de sédiments laissés par les torrents en quatre lieux éloignés les uns des autres. Les différentes méthodes de datation utilisées ont des marges d'erreur différentes, mais les résultats sont assez bien alignés. Si cette régularité correspond à la réalité, la Californie pourrait être bientôt confrontée à une nouvelle catastrophe ; la dernière inondation importante date de 1861 et avait laissé Sacramento sous les eaux pendant six mois (photographie ci-dessous).



David Joslyn Collection/Center for Sacramento History



Jen Christiansen

Xma Productions