



> Malgré toutes nos nouvelles connaissances sur la physique des tornades de feu, nous ne savons toujours pas prédire où et quand l'une d'elles se produira. Au moins une chose est sûre : l'ingrédient essentiel à leur formation est l'existence d'une source de rotation importante.

À cet égard, des études de cas nous ont montré que l'un des endroits les plus propices à la formation de tornades de feu se trouve du côté sous le vent d'une montagne. En contournant la montagne, le flux d'air crée des mouvements tourbillonnants en arrière du mont, comme dans l'écoulement d'une rivière immédiatement en aval d'un rocher. Si à ces tourbillons s'ajoute un incendie, ce dernier pourra rassembler tous ces mouvements rotatifs et les transformer en une tornade de feu.

DIVERSES CONDITIONS D'APPARITION

Toutefois, la pratique nous a appris que des tourbillons de feu peuvent aussi apparaître sur un terrain plat et en l'absence de vent. Ainsi, un grand tourbillon de feu apparu au Kansas a probablement été formé par la collision d'un front froid avec l'air ambiant chaud au-dessus d'un champ en feu. Et en 2007, Rui Zhou et Zi-Niu Wu, de l'université Tsinghua, à Pékin, ont montré que certaines configurations où plusieurs feux sont présents peuvent déclencher des courants d'air au sol et finir par leur imprimer une rotation. Or ces configurations peuvent apparaître spontanément à la faveur des sautes de feu, c'est-à-dire des incendies secondaires allumés par les brandons que beaucoup d'incendies projettent.

En novembre 2008, l'incendie de Corona Yorba Linda, en Californie, a créé un grand tourbillon de feu, une tornade de feu peut-être, qui a menacé les habitations.

BIBLIOGRAPHIE

N. P. Lareau et al., **The Carr Fire vortex : A case of pyrotornadogenesis ?**, *Geophysical Research Letters*, vol. 45(23), pp. 13, 107-113 et 115, 2018.

J. M. Forthofer et S. L. Goodrick, **Vortices and wildland fire**, dans P. A. Werth et al. (dir.), *Synthesis of Knowledge of Extreme Fire Behavior*, vol. 1 for Fire Managers, US Forest service Pacific Northwest research station, novembre 2011.

P.-Y. Colin et al., **La simulation des sautes de feu**, *Pour la Science*, n° 322, pp. 30-37, août 2004.

R. N. Meroney, **Fire whirls, fire tornadoes and firestorms : Physical and numerical modeling**, dans G. Manfrida et D. Contini (éd.), *Proceedings of PHYSMOD 2003*, Firenze University Press, 2003.

Après toutes ces considérations, sommes-nous en mesure de préciser l'origine de la rotation d'air qui a causé la terrible tornade de feu de l'incendie de Carr ? Étant donné les nombreux tourbillons de feu qui ont précédé le phénomène, d'importants mouvements de rotation étaient sans doute présents dans le secteur. J'ai demandé à Natalie Wagenbrenner, une collègue de notre laboratoire de Missoula, d'effectuer des simulations numériques de la météo de cette journée-là.

Son travail a montré que l'air frais et dense de l'océan Pacifique était poussé vers l'est et au-dessus du sommet d'une chaîne de montagnes situées à l'ouest de Redding. Cet air frais était beaucoup plus lourd que l'air chaud de la vallée de Sacramento, puisque l'aéroport de Redding a enregistré ce jour-là une température maximale de 45 °C ! Par gravité, l'air froid marin s'est donc écoulé le long des flancs des montagnes vers le fond de la vallée. Cependant, curieusement, à l'endroit où la tornade de feu s'était formée, ces forts vents de surface semblaient avoir disparu.

Comment était-ce possible ? J'ai fini par comprendre que l'on avait affaire à l'équivalent atmosphérique du ressaut hydraulique subi par l'eau se déversant dans le lac en aval d'un barrage. On observe alors que la surface du plan d'eau calme est rehaussée (c'est le ressaut) par la formation et le maintien d'une vague déferlante stationnaire, qui marque la limite entre les écoulements. Or cette vague s'accompagne d'intenses mouvements tourbillonnaires. De façon analogue, l'air froid et dense qui descendait à vive allure le flanc de la montagne a pénétré dans le bassin d'air chaud et calme de la vallée de Sacramento, engendrant un ressaut probablement responsable des puissants mouvements de rotation à l'origine de la tornade de feu de l'incendie de Carr (voir l'encadré pages 66 et 67).

Par ailleurs, Neil Lareau, de l'université du Nevada, et ses collègues ont proposé en 2018 que les pyrocumulonimbus de plus de 10 kilomètres d'altitude qui surmontaient l'incendie de Carr pendant que la tornade de feu s'est formée ont contribué aussi à étirer le tourbillon jusqu'à une grande altitude, tout en l'amincissant et en l'accéléralant.

Si les incendies de forêt continuent à s'intensifier, il se pourrait que nous soyons confrontés plus souvent à des tornades de feu. Les leçons tirées d'un examen attentif du phénomène pourraient nous aider à prévenir d'autres tragédies dues à ces phénomènes. Espérons que de nouvelles recherches, combinées aux progrès de la prévision météorologique et de la puissance de calcul, nous permettront bientôt de préciser les conditions favorables à la formation d'une tornade de feu et d'alerter à temps les populations concernées. ■

3 FORMULES AU CHOIX



À renvoyer accompagné de votre règlement à :

PAG20STD



**OUI, je m'abonne
pour 1 an à** **POUR LA SCIENCE**

FORMULE
PAPIER

- 12 n° du magazine papier

59€
Au lieu de

~~82.80€~~

01A59E



FORMULE **PAPIER**
+ **HORS SÉRIE**

- 12 n° du magazine papier
- 4 Hors-série papier

79€

Au lieu de
114 ~~40F~~

P1A79E



FORMULE INTÉGRALE

- 12 n° du magazine (papier et numérique)
- 4 Hors-série (papier et numérique)
- Accès illimité aux contenus en ligne

996

99€
Au lieu de
~~174,16€~~

11A99E

☐ M. ☐ Mme

Nom: Prénom:

Adresse:

Code postal Ville:

Téléphone

Email: (indispensable pour la formule intégrale)

.....@.....

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science

☐ OUI ☐ NON☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science☐ Carte bancaire

Nº

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

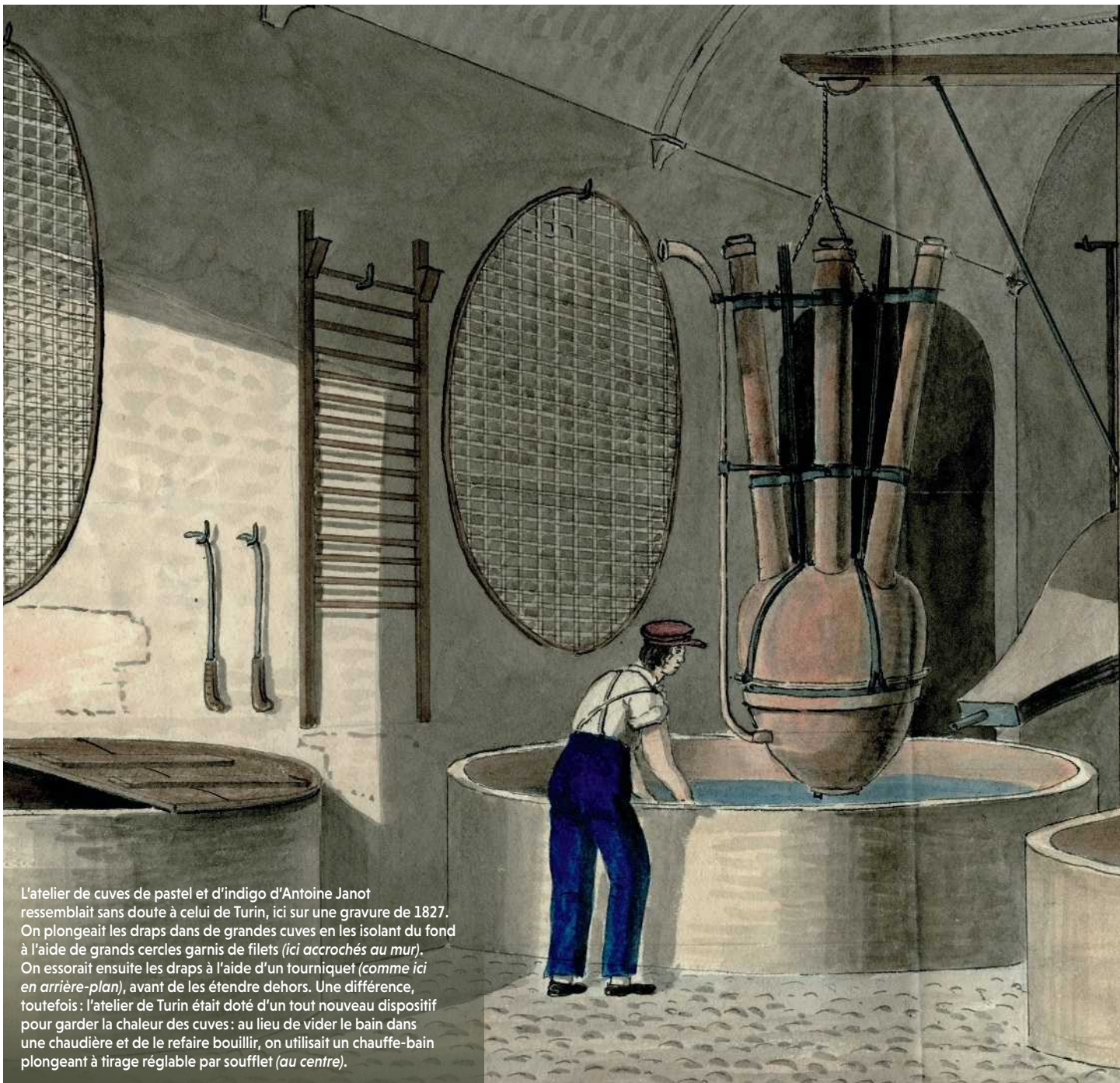
Date d'expiration Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB)

Signature obligatoire:

* Réduction par rapport au prix de vente en kiosque et l'accès aux archives numériques. Durée d'abonnement : 1 an. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre valable jusqu'au 31/03/2021 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site <https://boutique.pourlascience.fr>. Photos non contractuelles.

Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société *Pour la Science*. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. *Pour la Science* ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à *Pour la Science*. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://lebrand.fr/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

Créer des couleurs des Lumières



L'atelier de cuves de pastel et d'indigo d'Antoine Janot ressemblait sans doute à celui de Turin, ici sur une gravure de 1827. On plongeait les draps dans de grandes cuves en les isolant du fond à l'aide de grands cercles garnis de filets (*ici accrochés au mur*). On essorait ensuite les draps à l'aide d'un tourniquet (*comme ici en arrière-plan*), avant de les étendre dehors. Une différence, toutefois : l'atelier de Turin était doté d'un tout nouveau dispositif pour garder la chaleur des cuves : au lieu de vider le bain dans une chaudière et de le refaire bouillir, on utilisait un chauffe-bain plongeant à tirage réglable par soufflet (*au centre*).