

# Dynamique des tourbillons chauffés (ou refroidis) radiativement dans la stratosphère

B. Legras<sup>1</sup>, A. Podglajen<sup>1</sup>, C. Duchamp<sup>1</sup>, P. Sellitto<sup>2</sup>, A. Limare<sup>3</sup>, Z. Niu<sup>4</sup>, P. Billant<sup>4</sup> & V. Zeitlin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Météorologie Dynamique, CNRS/ENS-PSL/Ecole Polytechnique/SU

<sup>2</sup> Laboratoire Interuniversitaires des Systèmes Atmosphériques, UPEC & U. Paris Cité

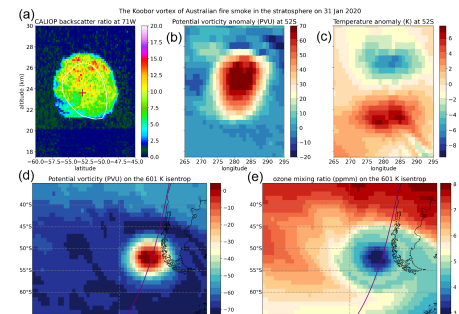
<sup>3</sup> Institut de Physique du Globe de Paris

<sup>4</sup> LadHyX, CNRS/Ecole Polytechnique

bernard.legras@lmd.ipsl.fr

Le panache stratosphérique des grands feux de forêts australiens en 2019-2020 a permis la découverte d'un phénomène nouveau et surprenant pour l'hydrodynamique des fluides tournants stratifiés : l'auto-organisation du panache sous forme de tourbillons anticycloniques persistants sous l'effet du chauffage radiatif des fumées. L'un de ces tourbillons a persisté trois mois, parcouru 66000 km et est monté de 16 à 36 km [1]. De tels tourbillons ont été détectés depuis dans des feux antérieurs [2]. L'éruption récente de Tonga en janvier 2022 a montré un cas similaire de structures vorticales formées cette fois par un refroidissement intense [3]. De tels phénomènes n'ont à ce jour pas d'analogie connue dans la nature et n'ont jamais été décrits dans la littérature. Cette présentation décrira d'abord brièvement les phénomènes observés et présentera ensuite les éléments de théorie qui expliquent la formation d'un front ascendant de traceur chauffant et de vorticités potentielle proche de zéro, à la limite de l'instabilité inertielle, maintenant et propulsant le tourbillon. Les résultats de simulations numériques dans une simplification axisymétrique, montrant la structure radiale inattendue du tourbillon, seront présentés et discutés. Nous espérons pouvoir aussi montrer les premiers résultats des expériences de laboratoire en cuve tournante.

**Figure 1.** Description de l'observation qui a motivé cette étude. (a) : Boule de fumée vue par le lidar spatial CALIOP. La quantité montrée est le rapport de la rétro-diffusion observée à la rétro-diffusion moléculaire. La croix indique le centre du tourbillon. (b) : Distribution d'anomalie de vorticités potentielle (en PVU) restituée par l'analyse météorologique en section selon la latitude 52°S. (c) : Distribution de l'anomalie de température (en K) selon la même section. (d) : Coupe horizontale de la vorticités potentielle (en PVU) sur le niveau de température potentielle 601 K. (e) : Coupe horizontale de l'anomalie d'ozone associée (en ppmv). 1 PVU = 10<sup>6</sup> m<sup>2</sup> K kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>)



## Références

1. S. KHAYKIN, B. LEGRAS, BERNARD, S. BUCCI, P. SELLITTO, L. ISAKSEN, F. TENCÉ, S. BEKKI, A. BOURASSA, L. RIEGER, D. ZAWADA, J. JUMELET & S. GODIN-BEEKMANN, The 2019/20 Australian wildfires generated a persistent smoke-charged vortex rising up to 35 km altitude, *Communications Earth & Environment*, 22 (2020), <http://www.nature.com/articles/s43247-020-00022-5>.
2. H. LESTRELIN, B. LEGRAS, A. PODGLAJEN & M. SALIHOGLU, Smoke-charged vortices in the stratosphere generated by wildfires and their behaviour in both hemispheres, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7113–7134 (2021), <https://acp.copernicus.org/articles/21/7113/2021/>.
3. B. LEGRAS, BERNARD, C. DUCHAMP, P. SELLITTO, A. PODGLAJEN, E. CARBONI, R. SIDDANS, J.-U. GROOSS, S. KHAYKIN & F. PLOEGER, The evolution and dynamics of the Hunga Tonga–Hunga Ha’apai sulfate aerosol plume in the stratosphere, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14957–14970 (2022), <https://acp.copernicus.org/articles/22/14957/2022/>