

## RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

# L'impact des traînées d'avion va tripler d'ici 2050

*Les nuages de haute altitude liés aux émissions de particules renforcent le réchauffement de l'atmosphère. Ces cirrus, dont l'effet radiatif est encore plus important que celui lié aux émissions de CO<sub>2</sub>, vont encore se développer à la faveur de l'explosion du trafic aérien.*

Les traînées blanches laissées par les avions dans le ciel aggravent l'effet de serre. Leur impact va tripler d'ici 2050 en raison de l'augmentation du trafic aérien, rapporte une étude allemande publiée le 27 mai dans la revue *Atmospheric Chemistry and Physics*. Rien à voir avec les thèses complottistes des « chemtrails » prétendant que les avions répandent délibérément des produits chimiques dans l'atmosphère pour manipuler le climat. Les traînées en question se réfèrent aux cirrus de haute altitude formés par la condensation issue des gaz chauds et de la suie formée par la combustion du kérosène. La vapeur d'eau provenant des réacteurs s'agglomère sur ces particules pour former des gouttelettes qui gèlent et donnent des microcristaux de glace. Ces nuages

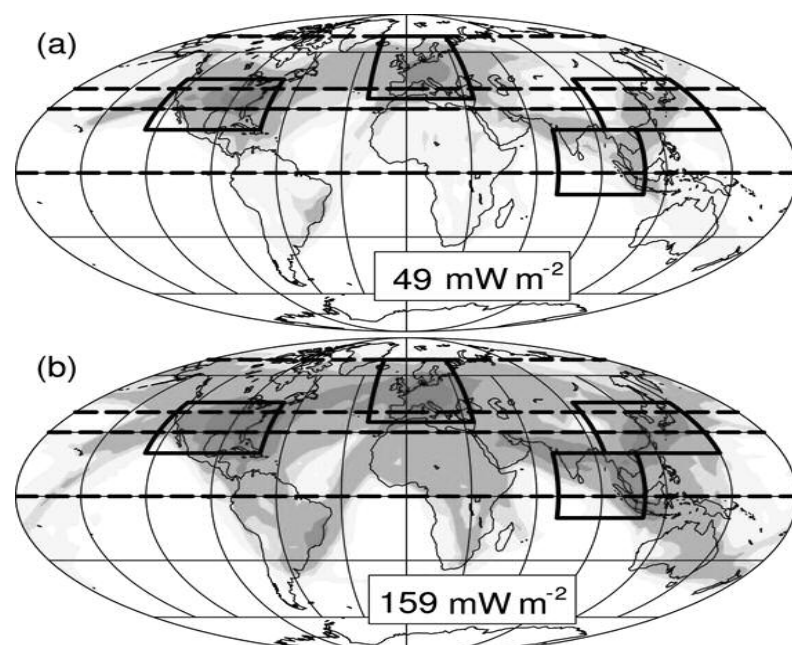


Les traînées laissées par les gaz d'échappement des avions forment des nuages qui piègent la chaleur réémise par la Terre.

peuvent persister plus d'une demi-journée et se réunir pour former d'immenses chapes de plusieurs milliers de kilomètres de long.

### Un puissant effet radiatif non pris en compte

Mais contrairement aux nuages de basse altitude, qui ont tendance à refroidir le climat en réfléchissant les rayons du soleil, les cirrus agissent comme une « trappe à chaleur » avec un effet réchauffant supérieur à celui des émissions de CO<sub>2</sub> accumulées par le transport aérien. Et pourtant, ce phénomène n'est pas pris en compte dans le système de quotas, prévu par l'Organisation de l'aviation civile internationale, pour instaurer une neutralité des émissions de CO<sub>2</sub> d'ici à 2035 à leur niveau de



L'augmentation de l'effet radiatif des cirrus — (a) en 2006 et (b) en 2050 — va surtout se faire ressentir au-dessus de l'Atlantique et en Asie du Sud-Est, là où le trafic augmente le plus rapidement.

2020 (système Corsia).  
**L'Europe pénalisée par la pollution des avions américains**

Les chercheurs du DLR, l'agence aérospatiale allemande, ont modélisé l'effet radiatif de ces cirrus à l'horizon 2050. D'après leurs projections, ce dernier va passer de 49 mW/m<sup>2</sup> en 2006 à 159 mW/m<sup>2</sup> en 2050. Un triplement à mettre en relation avec l'augmentation de 419 % du trafic aérien, ce qui veut dire que la contribution des cirrus va en réalité diminuer par kilomètre parcouru, à la faveur notamment d'une meilleure efficacité énergétique des avions et... du réchauffement qui réduit la propension des cristaux de glace à se former. Contrairement au CO<sub>2</sub>, l'effet radiatif des traînées se concentre

dans les zones les plus fréquentées par les avions, mais dépend aussi des conditions atmosphériques locales (humidité, température, etc). Ainsi, 27 % du réchauffement est localisé au-dessus des États-Unis et du Mexique, et 18 % sur l'Europe. Cette dernière est d'autant plus pénalisée que des cirrus formés aux États-Unis voyagent au-dessus de l'Atlantique via un corridor de flux atmosphérique.

### Voler plus haut... ou voler moins ?

Une des solutions pour réduire le réchauffement serait de voler plus haut — là où l'air est plus froid et sec — ou de dévier les trajets dans des zones moins propices à la formation des nuages. Mais cela augmenterait le temps de vol et les coûts pour les compagnies aériennes. Des carburants plus propres, des changements aérodynamiques, une réduction du poids des avions et des moteurs plus économes pourraient améliorer la situation. Mais il sera difficile d'inverser la tendance : « Même en imaginant qu'on réduise les émissions de particules de 90 %, cela ne suffira pas à stabiliser le

Geophysical Research : Atmospheres, démontre que les avions peuvent accroître brutalement, en moyenne d'un facteur 10, les averse et les chutes de neige. Cela n'a rien à voir avec les prétendues chemtrails — théorie conspirationniste assimilant les traînées de condensation des avions à un épandage de produits chimiques —, ni avec une expérience d'ensemencement des nuages par des aérosols pour modifier le temps, et encore moins avec la pollution. Les précipitations accrues se produiraient « même avec des avions absolument écologiques, n'ayant aucune forme de combustion ni de carburant », assure dans un communiqué Dimitri Moissev de l'université d'Helsinki, premier auteur de l'étude. Le passage fortuit des avions ne fait que mettre le feu au poudre dans des nuages où des conditions un peu particulières sont réunies.

### Des flèches formées par de fortes précipitations pointent vers l'aéroport

En examinant onze ans de données issues du radar météorolo-

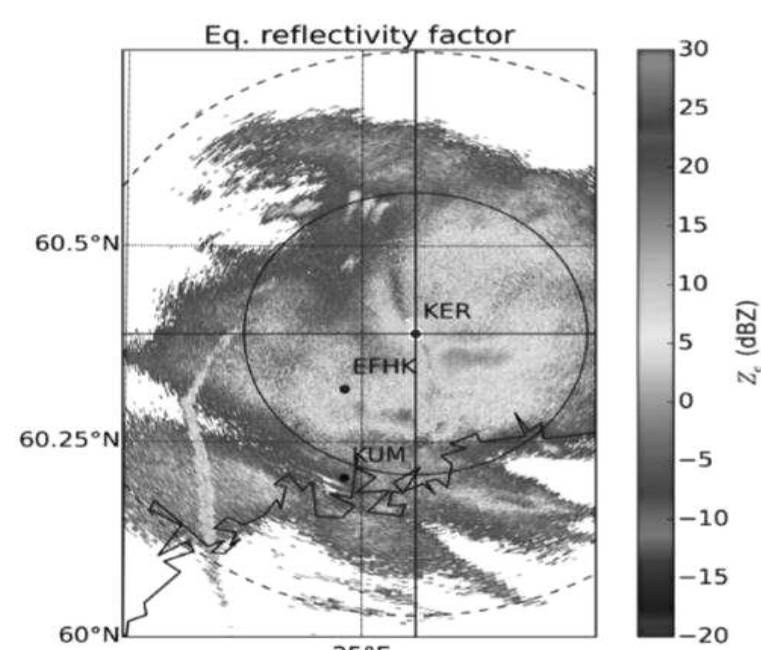
### CE QU'IL FAUT RETENIR

Les cirrus formés par les traînées de condensation des avions sont un facteur majeur de l'effet de serre engendré par le transport aérien. Leur effet radiatif, bien qu'en baisse en valeur relative, va tripler d'ici 2050. Il existe plusieurs techniques pour le diminuer mais cela ne suffira pas à compenser l'explosion du transport aérien qui augmente de 3,5 % par an.

réchauffement au niveau de 2006 », prévient Ulrike Burkhardt, l'auteur principal de l'étude. D'autant plus que d'ici-là, le CO<sub>2</sub> va de son côté continuer à s'accumuler dans l'atmosphère.

### Les avions rendent les précipitations et les chutes de neige dix fois plus intenses

Les avions et la météo sont complémentaires. Plus que jamais. Une étude invite les prévisionnistes à prendre en compte l'influence du trafic aérien sur les précipitations et les chutes de neige, grands ennemis des aéroports. Il apparaît en effet que les avions sont capables de déclencher les éléments. Sur les images du radar météorologique de l'université d'Helsinki, de longues traînées apparaissent donnant corps aux couloirs aériens. Car, dans le sillage des avions, et cela, sur des kilomètres, les précipitations ont redoublé d'intensité. Des chercheurs finlandais ont observé ces bandes au voisinage de l'aéroport d'Helsinki-Vantaa, le plus important du pays. Leur étude, publiée dans le *Journal of*



Une bande de précipitation accrue (en jaune à gauche) laissée par un avion se préparant à atterrir à l'aéroport d'Helsinki-Vantaa (EFHK) en mars 2009. Cette image provient d'une station radar dans la ville de Kerava (KER), dans la banlieue nord d'Helsinki.

Une bande de précipitation accrue (en jaune à gauche) laissée par un avion se préparant à atterrir à l'aéroport d'Helsinki-Vantaa (EFHK) en mars 2009. Cette image provient d'une station radar dans la ville de Kerava (KER), dans la banlieue nord d'Helsinki.

L'université d'Helsinki se situe, quant à elle, dans le quartier de Kumpula (KUM). © Dimitri Moissev et al., AGU, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2019

### Une réaction en chaîne dans des nuages en surfusion

Les bandes de précipitations accrues sont dues au passage des avions à travers des nuages constitués de gouttelettes en surfusion, demeurées liquides bien que la température soit en dessous de zéro, typiquement entre -15 et -20 °C. La baisse brutale de pression créée à l'extrémité des ailes fait chuter localement la température jusqu'à -40 °C, voire en-deçà, et déclenche leur cristallisation. Le phénomène ressemble fortement aux cavums (trouées dans des nuages assez fins lorsque les cristaux de glace, formés à la suite du passage d'un avion, tombent) laissant transparaître le ciel bleu. Que cela puisse engendrer des précipitations n'est

donc pas surprenant, mais Dimitri Moissev et ses collègues sont les premiers à l'observer avec autant de détails.

D'après les chercheurs, dans le cas des bandes de précipitations accrues observées à Helsinki, les nuages de gouttelettes en surfusion incriminés flottent à l'altitude à laquelle les avions effectuent leur phase d'approche et surplombent les nuages d'où s'abattent les précipitations. C'est dans cette couche nuageuse supérieure que démarre une réaction en chaîne : la formation de cristaux augmente, exacerbant leur fréquence de collision et leur aggrégation en flocons de neige de plus en plus gros, qui tombent dans la couche nuageuse inférieure, amplifiant les précipitations préexistantes.

### Des prévisions météo à court terme

Afin d'identifier ce mécanisme, les chercheurs ont concentré leur analyse sur 23 de ces bandes, car ils disposaient de données complémentaires, par satellite et au lidar (télédétection par laser), pour les étudier. Ils ont ainsi remarqué que le phénomène s'amorçait au-dessus des nuages de précipitations. Quelques observations au niveau du sol concordent également avec leur explication ; elles mettent en évidence des flocons plus gros et en plus grande concentration à l'intérieur de ces bandes par rapport à la neige tombant dans la zone autour.

Comprendre l'influence du trafic aérien sur la météo est utile pour le bon fonctionnement des aéroports. Des prévisions à court terme, dans les 2 à 6 heures, estime Dimitri Moissev, permettront d'anticiper un renforcement local des pluies et de la neige susceptibles d'impacter les vols.



Des cavums laissés par des avions traversant des nuages en surfusion lors de leur procédure d'approche de l'aéroport Suvarnabhumi de Bangkok, en Thaïlande. Ils peuvent être circulaires, ou rectilignes comme ici. Les cristaux, en tombant, forment des filaments de virgules, des précipitations qui n'atteignent pas le sol.