



# Il n'y a pas que le CO<sub>2</sub>

## Le transport aérien doit réduire **tous ses impacts** climatiques

L'impact de l'aviation sur le climat n'est pas seulement le fait du CO<sub>2</sub>. La combustion de kérosène en altitude génère également des traînées de condensation, une nébulosité induite et des dérivés des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) qui, bien que de courte durée de vie, contribuent selon les dernières estimations beaucoup plus au réchauffement climatique que tout le CO<sub>2</sub> accumulé à ce jour dans l'atmosphère par le transport aérien. Même si cela est connu depuis des années, les industriels, les gouvernements et l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) ont nié les impacts hors CO<sub>2</sub>, les qualifiant de trop incertains d'un point de vue scientifique pour justifier les mesures nécessaires.

De ce fait, l'opinion publique ne perçoit pas à sa juste mesure le problème posé par le transport aérien, la recherche et le développement de solutions sont insuffisants et la réglementation de l'impact climatique de l'aviation est inefficace<sup>1</sup>. Aucun inventaire d'émissions ni aucune réglementation ne prend en compte les impacts autres que ceux du CO<sub>2</sub> : ni les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GES) soumis à la CCNUCC, ni le système de compensation et de réduction de carbone pour l'aviation internatio-

nale (CORSA), ni le système d'échange de quotas d'émissions de l'Union européenne (SEQE). En outre, tous les efforts actuels visant à "décarboner" l'aviation ignorent ces impacts. Ni les biocarburants, ni les carburants de synthèse, ni l'hydrogène n'élimineraient les principaux responsables du réchauffement climatique en dehors du CO<sub>2</sub>.

Comme ils constituent la majeure partie de l'impact de l'aviation sur le réchauffement climatique, les impacts hors CO<sub>2</sub> compromettent la réalisation des objectifs de l'accord de Paris et augmentent le risque d'atteindre des points de basculement du système climatique. Il est donc important qu'ils soient pleinement reconnus et que des mesures immédiates soient prises pour les atténuer.

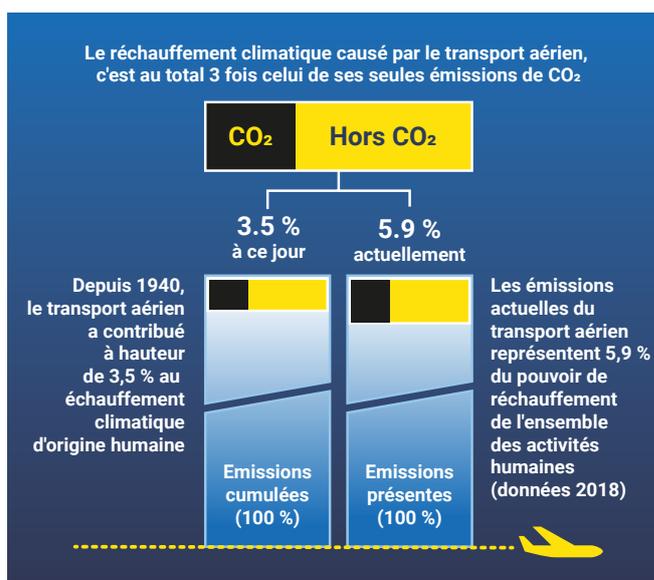
La recherche scientifique sur les impacts climatiques du transport aérien doit être intensifiée, mais une étude récente menée par 21 des scientifiques les plus renommés dans ce domaine<sup>2</sup> a déjà permis de lever d'importantes incertitudes quant à l'ampleur de ces impacts et a ouvert la voie à l'action. Il n'est maintenant plus possible aux autorités de régulation gouvernementales de justifier leur inaction.

## LES FAITS

### 1. **LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE DÙ À L'AVIATION EST TROIS FOIS PLUS IMPORTANT QUE CELUI DÙ AU SEUL CO<sub>2</sub>.**

Comme l'a déjà souligné le GIEC en 1999, les traînées de condensation persistantes et les cirrus induits par les avions (AIC : *aviation induced cirrus*), ainsi que les dérivés des NO<sub>x</sub>, bien que de courte durée de vie, contribuent beaucoup plus au réchauffement climatique que les seules émissions de CO<sub>2</sub> de ces avions. La contribution de l'aviation au réchauffement climatique actuel, mesurée par le forçage radiatif (RF : *radiative forcing*)<sup>3</sup> de 1750 à aujourd'hui, a été estimée par le GIEC, et l'estimation est régulièrement mise à jour par les chercheurs.

En septembre 2020, 21 scientifiques éminents dans ce domaine ont publié une réévaluation prenant en compte le forçage radiatif effectif (ERF : *effective radiative forcing*) des composants autres que le CO<sub>2</sub>. Leur étude conclut que



**L'impact total du transport aérien sur le climat d'aujourd'hui peut être estimé à trois fois celui de tout le CO<sub>2</sub> émis par les aéronefs et accumulé** dans l'atmosphère depuis les débuts de l'aviation. Ce forçage radiatif effectif causé par le

CO<sub>2</sub> accumulé et les autres composants de courte durée de vie qui se reforment sans cesse tant qu'il y a des avions dans le ciel, contribue pour environ 3,5 % au réchauffement climatique anthropique total actuel<sup>4</sup>, un tiers étant imputable au CO<sub>2</sub> et deux tiers aux autres composants.

L'étude a également évalué **l'impact immédiat et l'impact futur probable de l'activité aérienne contemporaine** en utilisant une méthode nouvelle<sup>5</sup> permettant de combiner les effets de réchauffement des composants à courte durée de vie autres que le CO<sub>2</sub>, et ceux du CO<sub>2</sub>, qui lui a une durée de vie longue. Les chercheurs ont établi que, **pour l'année 2018, le total des émissions de CO<sub>2</sub> des avions était de 1 Gt, tandis que le réchauffement non lié au CO<sub>2</sub> représentait l'équivalent de l'émission de 2 Gt de CO<sub>2</sub> supplémentaires cette année-là.** Ils ont conclu que « *les émissions de l'aviation réchauffent actuellement le climat à un rythme environ trois fois supérieur à celui des seules émissions de CO<sub>2</sub> de l'aviation* ». Autrement dit, **la quantité de CO<sub>2</sub> émise en vol doit être multipliée en moyenne par trois**, aussi bien dans les calculateurs d'empreinte carbone que dans les bilans mondiaux d'émissions de GES et dans les inventaires nationaux d'émissions.

## **2. L'AVIATION REPRÉSENTE ACTUELLEMENT 5,9 % DE L'ENSEMBLE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE D'ORIGINE HUMAINE (EN 2018, DU PUIT DE PÉTROLE AU MOTEUR DE L'AVION).**

Pendant des années, le secteur aérien a affirmé qu'il n'était responsable que de 2 % des émissions de carbone d'origine humaine<sup>6</sup> – un chiffre régulièrement cité pour minimiser la nécessité d'agir. En fait, les émissions de CO<sub>2</sub> de l'aviation sont, à elles seules, plus élevées, représentant 2,4 % de tout le carbone d'origine humaine émis dans le monde en 2018 selon la dernière étude citée plus haut, et 2,9 % quand on ajoute les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production et à la distribution du kérosène<sup>7</sup>. Mais en tenant compte de l'ensemble des impacts de l'aviation sur le climat, nous avons calculé qu'en 2018 elle a contribué pour 5,9 % au réchauffement dû à l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine de l'année<sup>8</sup>. C'est énorme, surtout si l'on considère que cet impact est imputable à une très petite minorité de personnes qui prennent l'avion : plus de 80 % de la population mondiale n'est jamais montée dans un avion<sup>9</sup>, alors que les 10 % de personnes aux revenus les plus élevés dans le monde consomment 75 % du carburant aviation<sup>10</sup>.

## **3. RÉDUIRE LE TRAFIC AÉRIEN RÉDUIT IMMÉDIATEMENT LES IMPACTS CLIMATIQUES AUTRES QUE CEUX DU CO<sub>2</sub>.**

S'il faut multiplier par 3 les émissions de CO<sub>2</sub> pour prendre en compte les émissions autres, c'est parce que le trafic est en forte croissance. Si le trafic aérien n'augmentait pas,

l'impact sur le réchauffement de l'atmosphère des traînées de condensation et cirrus induits et des dérivés des NO<sub>x</sub> serait constant (mis à part les gains d'efficacité énergétique). Alors que le CO<sub>2</sub>, lui, continuerait à s'accumuler et que, même si l'activité aérienne devait cesser, il continuerait à réchauffer la planète pendant des centaines d'années. À l'inverse, si le trafic aérien décroissait, les impacts des composants à faible durée de vie diminueraient et la réduction du réchauffement serait **équivalente à celle que l'on obtiendrait en retirant de grandes quantités de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère**<sup>11</sup>. Par conséquent, toute mesure de réduction de trafic ou d'atténuation des impacts hors CO<sub>2</sub> sera extrêmement payante, à condition bien sûr d'être maintenue dans le temps.

## **4. L'ATTÉNUATION DES IMPACTS DE L'AVIATION NON LIÉS AU CO<sub>2</sub> EST PLUS FACILE QUE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ET DONNERAIT DES RÉSULTATS PLUS RAPIDES, MAIS SUSCITE DES RÉSISTANCES.**

En plus de la nécessaire réduction du trafic aérien, il est également possible et relativement simple d'éliminer ou de réduire les contributions au réchauffement de la planète des composants autres que le CO<sub>2</sub> grâce à des améliorations opérationnelles ou techniques :

- Les recherches indiquent que la formation de nombreuses traînées de condensation pourrait être évitée en **adaptant les trajectoires de vol aux conditions météorologiques et en évitant les vols de nuit**<sup>12</sup>. Les bienfaits pour le climat seraient immédiats. La faible augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> qui résulterait d'une éventuelle consommation accrue de carburant pourrait être compensée par une plus forte réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans d'autres secteurs.
- En outre, la formation de traînées de condensation peut être réduite par l'utilisation de carburants à faible teneur en aromatiques, car les aromatiques produisent de la suie qui joue un rôle clé dans la formation des traînées de condensation<sup>13</sup>. Les carburants d'aviation alternatifs sont exempts d'aromatiques, mais il faudra trop de temps pour les produire dans les quantités nécessaires et leur durabilité n'est pas acquise dans les quantités envisagées. On pourrait, sans attendre, réduire la teneur en aromatiques des kérosènes fossiles, qui en contiennent en moyenne 18 %. On peut descendre sans risques dans un premier temps à 8 % par hydrotraitement (traitement à l'hydrogène).
- L'adoption de la technologie déjà disponible des moteurs à mélange pauvre pourrait réduire le CO<sub>2</sub>, tout en réduisant encore les émissions de NO<sub>x</sub><sup>14</sup>.

Les mesures visant à réduire la teneur en aromatiques des carburants et les émissions de NO<sub>x</sub> profiteront également aux populations vivant à proximité des aéroports en réduisant la pollution atmosphérique.

L'atténuation du CO<sub>2</sub> reste bien sûr essentielle.

## CE QU'IL FAUT FAIRE :

1. Les impacts autres que ceux du CO<sub>2</sub> doivent être pleinement pris en compte par le secteur aérien, par les institutions et les organismes gouvernementaux, et par la CCNUCC dans le cadre de l'accord de Paris.
2. Les mesures connues pour les atténuer – telles que l'évitement des traînées de condensation, l'utilisation de kérosène à faible teneur en aromatiques et l'adoption de moteurs à mélange pauvre et à faible émission de NO<sub>x</sub> – doivent être mises en place immédiatement, en plus de l'atténuation des émissions de CO<sub>2</sub>.
3. Les recherches sur les améliorations opérationnelles et technologiques doivent être intensifiées et bénéficier d'une priorité aussi élevée que celles sur la réduction du CO<sub>2</sub>, car elles pourraient avoir des résultats plus rapides et plus profitables<sup>15</sup>.
4. Il ne faut pas autoriser le trafic aérien à revenir aux niveaux d'avant la crise de la COVID. En conséquence, les subventions, les exonérations fiscales, la construction et l'agrandissement d'aéroports doivent cesser, et le secteur ne doit plus être renfloué. Les gouvernements doivent rapidement prendre des mesures pour une réduction importante et durable du trafic aérien et pour la mise en place d'alternatives comme le transport ferroviaire et des bateaux à énergie renouvelable.

## NOTES

1. Bill Hemmings (2019) : Why is aviation's true climate impact being kept under the radar? : <https://www.transportenvironment.org/newsroom/blog/why-aviation%E2%80%99s-true-climate-impact-being-kept-under-radar>
2. Lee, D.S., Fahey, D.W., Skowron, A., Allen, M.R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S.J., Freeman, S., Forster, P.M., Fuglestvedt, J., Gettelman, A., De León, R.R., Lim, L.L., Lund, M.T., Millar, R.J., Owen, B., Penner, J.E., Pitari, G., Prather, M.J., Sausen, R., Wilcox, L.J. (2020) : The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018, Atmospheric Environment : <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834>
3. Le forçage radiatif est directement lié à la réponse en température de l'atmosphère.
4. Voir Lee et al., footnote 2, Abstract
5. Méthode GWP\* : voir Lee et al., note 2, 6. Emission equivalency metrics
6. IATA (2020) : Working towards ambitious targets : <https://web.archive.org/web/20200818061729/https://www.iata.org/en/programs/environment/climate-change/>
7. Lee et al., note 2 (2. Global aviation growth) estiment que les émissions actuelles (2018) de CO<sub>2</sub> de l'aviation représentent environ 2,4 % des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> (changements d'affectation des terres compris).  
A cela il faut ajouter les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production et la distribution du kérosène (émissions dites WTT = Well to tank), qui représentent environ 20 % des émissions émises lors de sa combustion (Le facteur d'émission utilisé pour le Scope 3 des bilans carbone est +20 % en France et +21 % au Royaume-Uni : <http://www.bilans-ges.ademe.fr/>, <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2018>).
8. Ce pourcentage de 5,9 % ne doit pas être confondu avec celui de 3,5 % cité plus haut. Ils sont différents : ce dernier représente la contribution de l'aviation au réchauffement observé aujourd'hui, en prenant en compte tout le CO<sub>2</sub> émis par les avions depuis les débuts de l'aviation jusqu'à nos jours, alors que le premier représente la contribution de l'aviation aux émissions actuelles de GES et leur impact futur probable en termes de réchauffement si rien ne change. La différence entre leurs valeurs reflète la part croissante de l'aviation dans les émissions mondiales de GES. Détails du calcul : 5,9% résulte de nos propres calculs basés sur des données publiques d'émissions de CO<sub>2</sub>-équivalent pour 2018 : 3,3 / (54 + 2,1) = 3,3 / 56,1 = 5,9 % (Domaine d'incertitude : 3,1 - 7,7 %).  
Numérateur (aviation) : 3,3 Gt CO<sub>2</sub>-e\*, c.a.d. 3 fois les émissions de CO<sub>2</sub> s'élevant à 1,03 Gt (Lee et al., note 2, Table 5) + 0,2 Gt pour les émissions dites WTT (note 7)  
Dénominateur (total anthropogénique) : 54 Gt CO<sub>2</sub>-e\* + 2,1 Gt CO<sub>2</sub>-e\* pour les émissions hors-CO<sub>2</sub> de l'aviation qui ne sont pas comptées pour le moment dans les émissions mondiales de GES. La quantité de 54 Gt CO<sub>2</sub>-e\* (basée sur le GWP100\*) a été déduite de l'estimation standard de 56 Gt CO<sub>2</sub>-e basée sur le GWP100 ([https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report\\_4068.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report_4068.pdf)) en ajustant les émissions de méthane de -2 Gt CO<sub>2</sub>-e (Allen M.R. et al. (2018) : A solution to the misrepresentations of CO<sub>2</sub>-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation : <https://www.nature.com/articles/s41612-018-0026-8>, Fig 2)

9. Boeing CEO (2017) : Over 80% of the world has never taken a flight. We're leveraging that for growth : <https://www.cnn.com/2017/12/07/boeing-ceo-80-percent-of-people-never-flown-for-us-that-means-growth.html> ;  
IEEP (2019) : Linking aviation emissions to climate justice : <https://ieep.eu/news/linking-aviation-emissions-to-climate-justice>
10. Roberts (2020) : Why rich people use so much more energy : <https://www.vox.com/energy-and-environment/2020/3/20/21184814/climate-change-energy-income-inequality>
11. En 2018, nous avons au dessus de nos têtes des composants hors CO<sub>2</sub> à faible durée de vie représentant l'équivalent de 67 Gt de CO<sub>2</sub>, c.a.d. deux fois la quantité de CO<sub>2</sub> émise par l'aviation depuis 1940 (Selon Lee et al., note 2, l'ERF net des composant autres que le CO<sub>2</sub> était de 66,6 mW/m<sup>2</sup> en 2018 et 1 mW/m<sup>2</sup> est équivalent à 1 Gt CO<sub>2</sub>).
12. Teoh, R., Schumann, U., Majumdar, A., Stettler, M. (2020): Mitigating the Climate Forcing of Aircraft Contrails by Small-Scale Diversions and Technology Adoption : <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b05608> ;  
Teoh, R., Schumann, Stettler, M. (2020) : Beyond Contrail Avoidance: Efficacy of Flight Altitude Changes to Minimise Contrail Climate Forcing : <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b05608> ;  
Royal Aeronautical society (2020): Greener by design 2018–2019, Atmospheric science (p. 16–21) : <https://www.aerosociety.com/media/12007/greener-by-design-report-2018-2019.pdf> ;  
Scheelhaase, J.D. (2019) : How to regulate aviation's full climate impact as intended by the EU council from 2020 onwards : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096969971830334X>
13. Une réduction de 50 % du nombre de particules de suie émises permet de réduire de manière significative la densité optique et l'étendue des cirrus induits par les traînées de condensation, et de réduire le forçage radiatif d'environ 15 %. Voir Bock, L., Burkhardt, U. (2019) : Contrail cirrus radiative forcing for future air traffic : <https://acp.copernicus.org/articles/19/8163/2019/>
14. CE Delft (2008) : Lower NO<sub>x</sub> at Higher Altitudes – Policies to Reduce the Climate Impact of Aviation NO<sub>x</sub> Emission: [https://www.cedelft.eu/publicatie/lower\\_nox\\_at\\_higher\\_altitudes/916](https://www.cedelft.eu/publicatie/lower_nox_at_higher_altitudes/916)
15. The Roadmap to True Zero : Targeting not only CO<sub>2</sub> but aviation's total environmental impact : <https://www.greenaironline.com/news.php?viewStory=2733>

Neustiftgasse 36  
1070 Vienna, Austria  
[www.rester-sur-terre.org](http://www.rester-sur-terre.org)  
[info@stay-grounded.org](mailto:info@stay-grounded.org)

Faire un don à:  
[stay-grounded.org/donation/](https://stay-grounded.org/donation/)

