



## Fiche d'information

# Optimisation environnementale des avions

## En bref

- La réponse de l'aviation pour réduire l'impact environnemental des avions : les carburants d'aviation durables (CAD).
- Les CAD génèrent nettement moins d'émissions de CO<sub>2</sub> et d'émissions autres que le CO<sub>2</sub>.
- Les émissions autres que le CO<sub>2</sub> ne sont pas corrélées aux émissions de CO<sub>2</sub>. On ne saurait donc convertir les émissions autres que le CO<sub>2</sub> en émissions de CO<sub>2</sub>.
- Problème : les quantités de CAD disponibles sont insuffisantes et leur prix est élevé.
- Le turboréacteur alimenté par des carburants affines au kérosène restera le mode de propulsion le plus répandu dans les décennies à venir.

## Concrètement

L'avion parfait devrait être économique en ressources, n'avoir aucun impact négatif sur le climat, ne nuire pas à la qualité de l'air et être silencieux. Le défi pour les autorités aéronautiques, dont l'OFAC, consiste à bien choisir et à bien évaluer les exigences environnementales pour diminuer globalement l'impact des aéronefs sur l'environnement sans aggraver l'impact négatif, ni compromettre la sécurité aérienne.

Concrètement, il s'agit de mettre en balance différents facteurs :

- réduction de la consommation de carburant et, donc, des émissions de CO<sub>2</sub> vs hausse des émissions d'oxydes d'azote ;
- émissions de CO<sub>2</sub> vs limitation des traînées de condensation nocturnes ;
- émissions de CO<sub>2</sub> vs bruit ;
- réduction des émissions d'oxydes d'azote vs hausse des émissions de poussières fines en cas d'optimisation des réacteurs actuels.

Des solutions existent, par exemple, concernant la réduction des émissions autres que de CO<sub>2</sub> qui sont incompatibles avec la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Les CAD permettraient de désamorcer ce problème puisqu'ils génèrent nettement moins d'émissions de CO<sub>2</sub> fossile. Autrement dit, même si la diminution des émissions d'oxydes d'azote suppose de faire des concessions sur la consommation de carburant, le recours aux CAD aurait somme toute pour effet de diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> fossile. Il y a toutefois encore loin de la coupe aux lèvres. Les quantités de CAD disponibles sont en effet insuffisantes, de sorte que le

recours aux CAD pour compenser la surconsommation restera à court et moyen terme onéreux.

### Modes de propulsion alternatifs

Les experts du monde entier sont unanimes : aucune alternative réelle au mode de propulsion actuel ne verra le jour avant plusieurs décennies. **Les turboréacteurs** alimentés par des carburants affines au kérósène resteront majoritaires.

Les **avions électriques dotés de batteries** sont condamnés à rester durablement un marché de niche. Ils remplaceront des avions dont les vols représentent actuellement moins de 1 % des émissions mondiales du trafic aérien. Les **avions à hydrogène** (électriques et à turboréacteurs) pourraient remplacer une partie du parc aéronautique actuel. Il faudra cependant encore des décennies avant que la technologie arrive à maturité et que les aéroports adaptent leur infrastructure en conséquence. Pour les détails, on se reportera au [rapport en réponse au postulat « Trafic aérien neutre en termes de CO<sub>2</sub> d'ici 2050 »](#).

En considérant l'effet sur l'environnement dans sa globalité, c'est-à-dire en tenant compte de l'énergie grise et des émissions en amont, le bilan n'est pas forcément à l'avantage des avions électriques et des avions à hydrogène par rapport aux avions à réaction alimentés aux carburants durables. Un document rédigé par l'OFAC à l'intention de la Conférence européenne de l'aviation civile (CEAC) et de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) fait le tour de la question : [The big picture of emissions accounting for future aircraft propulsion systems](#).

### Cadre réglementaire

L'aviation serait paralysée si elle ne pouvait s'appuyer sur des normes mondiales. Celles-ci sont élaborées par les groupes d'experts constitués au sein de l'[OACI](#) qui réunit quelque 200 États. La mise en œuvre des normes intervient sur le plan national. Les optimisations et mesures environnementales passent par une évaluation correcte des émissions des moteurs ou des émissions de bruit.

Les **émissions autres que le CO<sub>2</sub>** et leur effet sur le climat sont un véritable casse-tête. En effet, elles ne sont pas corrélées aux émissions de CO<sub>2</sub>. On ne saurait par conséquent les convertir en équivalent émissions de CO<sub>2</sub> et on aurait tort de s'appuyer sur ce genre de calcul pour en inférer des mesures de réduction. Cet aspect doit être pris en compte lors de l'élaboration du cadre réglementaire et pour la déclaration des émissions des avions.

### Les mesures techniques représentent un engagement à long terme

Définir de nouvelles mesures techniques implique de réaliser en amont une évaluation environnementale complète. Car les décisions dans le domaine technique engagent sur le long terme. La conception d'un avion et de sa motorisation demande au minimum dix ans tandis qu'un avion est en moyenne en service pendant une trentaine d'années.

### Exemple : moins d'émissions d'oxydes d'azote grâce aux réacteurs de dernière génération

Au fur et à mesure que leur rendement s'améliore, les réacteurs émettent moins de CO<sub>2</sub> mais en contrepartie rejettent d'avantage d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) sous l'effet d'un phénomène physico-chimique. Les oxydes d'azote résultent de la réaction des principaux éléments constitutifs de l'air (azote et oxygène) lorsque la température de combustion est élevée, c'est-à-dire justement lorsque la combustion du carburant est efficace et ne produit pas de résidus. L'OFAC s'engage depuis longtemps pour abaisser les valeurs limites de NO<sub>x</sub> afin de préserver la pureté de l'air. Les aéroports de Suisse ont été ainsi parmi les premiers à taxer les émissions de NO<sub>x</sub>, ce qui constitue une incitation supplémentaire à développer des technologies de combustion complexes pauvres en émissions de NO<sub>x</sub>. Il y a quelques années déjà que les motoristes ont réussi à mettre au point des réacteurs dont les émissions de NO<sub>x</sub>

sont nettement inférieures aux valeurs limites de l'OACI en application aujourd'hui dans le monde. La politique climatique actuelle est tellement focalisée sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> que les motoristes ont dû flirter avec les valeurs limites d'émissions de NOx. C'est le prix à payer pour accroître l'efficacité CO<sub>2</sub>. Les conditions du marché font que la priorité est à la réduction de la consommation de carburant, de sorte que les émissions d'oxydes d'azote ont nettement augmenté. Afin de casser cette dynamique, il faudra faire des concessions sur la consommation de carburant, ce qui est contraire à l'objectif d'accroissement de l'efficience et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Cette contradiction ne peut être résolue que par le recours aux CAD. Les scientifiques sont pour l'instant incapables de dire si les émissions actuelles de NO<sub>x</sub> auront à terme un effet réchauffant ou au contraire refroidissant sur le climat. L'OFAC souhaite que les réacteurs de nouvelle génération n'émettent pas davantage de NO<sub>x</sub>. Ces dernières années, l'OFAC a œuvré au sein de l'OACI pour améliorer la fixation de la valeur limite des émissions de NO<sub>x</sub> liées aux aéroports et pour concevoir des moyens de limiter les émissions de NO<sub>x</sub> en vol de croisière.

#### **Exemple : augmenter la taille de la soufflante (soufflante non carénée)**

La soufflante non carénée est l'une des pistes imaginées par le secteur aéronautique pour diminuer les émissions de CO<sub>2</sub>. Il s'agit en substance d'accroître le diamètre de la soufflante (hélice) d'un réacteur. Une soufflante de grande taille génère une poussée plus efficace qu'une soufflante de petite taille, à condition de faire des concessions sur la vitesse en vol. Cette technologie complexe exige une mécanique robuste. Une réduction de la consommation de 20 % par rapport à aujourd'hui paraît faisable. Gros point noir en revanche : son bruit. Les grandes soufflantes émettent une sorte de ronflement, un son plus grave que les réacteurs conventionnels. Or, les aubes de soufflantes de grande taille ne peuvent guère être carénées. Le poids et la traînée du carénage seraient bien trop importants. L'atmosphère absorbe moins bien les basses fréquences qui traversent relativement facilement les bâtiments. Le bruit est incommodant même lorsque l'avion vole à haute altitude. Les exigences de l'OFAC en matière de protection contre le bruit sont très élevées. Le défi : abaisser la valeur limite de la propagation du bruit des avions tout en limitant la consommation de carburant.



CFM RISE Program. Source : Safran-group.com

#### **Exemple : meilleure performance en montée et moins de bruit grâce à des ailes d'un type nouveau (A380)**

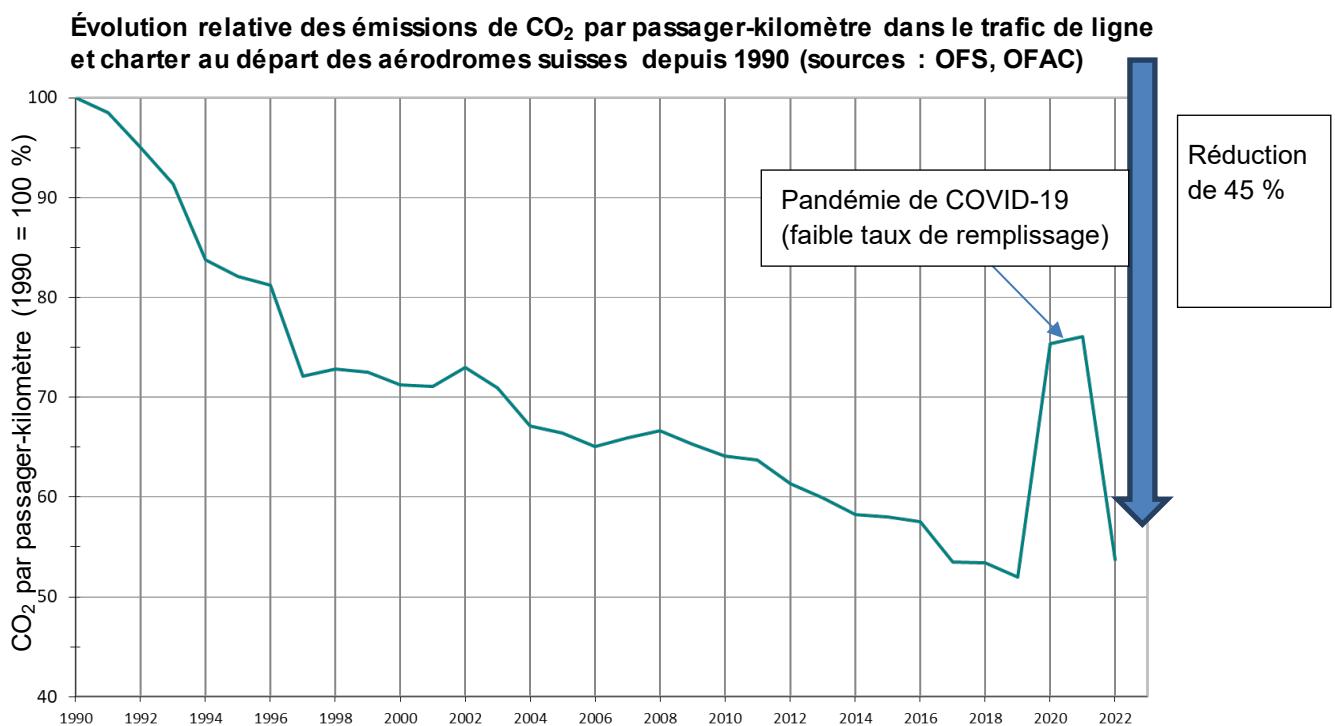
Les personnes qui ont pu assister au décollage ou à l'atterrissement de ce paquebot des airs qu'est l'A380 se sont étonnées du niveau de bruit relativement modeste de l'appareil. Effectivement, les ailes de l'A380 améliorent les performances de montée au décollage ce qui réduit le bruit au sol. Le train d'atterrissement est doté d'un revêtement qui atténue en outre le

bruit à l'atterrissement. Ces mesures ont toutefois un impact négatif sur l'aérodynamique (traînée) et sur le poids de l'avion et entraînent selon les estimations de l'OFAC un surcroît de consommation équivalent à 7 tonnes de kérosène par vol long-courrier. Airbus a donc privilégié ici la réduction des nuisances sonores au détriment de la diminution des émissions de CO<sub>2</sub>.

### Renouvellement du parc d'avions

Le renouvellement du parc aérien – soit via l'acquisition de nouveaux avions ou via la modernisation des avions de la flotte, par exemple par l'ajout de winglets ou de sharklets – peut influencer considérablement l'impact du trafic aérien sur l'environnement. La pose d'un film imitant la peau de requin sur le fuselage des long-courriers semble également une solution prometteuse.

Sur le graphique ci-dessous, la forte baisse enregistrée entre 2016 et 2017 est à mettre en corrélation avec le renouvellement du parc d'avions de SWISS. Les nouveaux court-courriers de type Airbus A220 consomment, à trajet identique, jusqu'à 25 % moins de carburant par vol que l'Avro RJ 100, malgré une capacité en sièges supérieure de 28 %. Le pic enregistré en 2020 et 2021 s'explique par le faible taux de remplissage des avions en raison de la pandémie de COVID-19. Le niveau d'efficacité antérieur a été retrouvé à partir des années 2022/2023.



En chiffres absolus, la valeur moyenne des émissions de CO<sub>2</sub> par passager-kilomètre des vols internationaux au départ de la Suisse est aujourd'hui nettement inférieure à 100 grammes. À titre d'exemple, la consommation moyenne de l'ensemble des vols assurés par la flotte de Swiss s'est élevée en 2023 à 3,11 litres pour 100 passagers-kilomètres, ce qui correspond à environ 80 grammes de CO<sub>2</sub> par passager-kilomètre.

L'OFAC vérifie les statistiques de consommation au moyen de la statistique du trafic aérien et de la consommation de carburant indiquée par les enregistreurs de données de vol des avions de ligne.

### Informations complémentaires

[The big picture of emissions accounting for future aircraft propulsion systems](#)