



# Le casse-tête des avions écologiques

## Mesures techniques : peser le pour et le contre

Dans l'idéal, les avions devraient ménager les ressources, produire un impact aussi faible que possible sur le climat, ne provoquer localement aucune pollution atmosphérique et être aussi silencieux que possible. Dans la réalité

### Optimisation à double tranchant

Le défi qui se pose aux autorités aéronautiques comme l'OFAC dans la définition et le renforcement des exigences environnementales consiste à bien choisir et à bien évaluer les domaines où les effets négatifs sur l'environnement pourront être réduits. Malheureusement, il arrive bien souvent qu'une amélioration dans un domaine se traduise par une détérioration dans un autre, sachant que les limites à l'optimisation écologique sont atteintes lorsque la sécurité de l'exploitation d'un aéronef est compromise. Concrètement, il faut tenir compte du fait que la réduction de la consommation de carburant et donc des émissions de CO<sub>2</sub> ne peut se faire qu'au prix d'un accroissement des émissions d'oxyde d'azote, des traînées de condensation ou du bruit et que dans certaines conditions la réduction des émissions d'oxyde d'azote se traduit par un accroissement des émissions de poussières fines.

### Les décisions sur les mesures techniques sont des engagements sur le long terme

En raison du temps nécessaire pour concevoir, développer et tester de nouveaux avions et de nouveaux modes de propulsion (compter entre six et dix ans) et à cause de la longévité des appareils (trente ans), les progrès techniques dans le domaine de l'aéronautique ne déploient leurs effets que sur le long terme. Les mesures techniques doivent donc être évaluées de manière extrêmement prudente.

### Exemples

Les deux premiers exemples sont issus de la recherche sur les effets du transport aérien sur le climat et partent du constat que les effets sur le climat liés au CO<sub>2</sub> et les effets sur le climat non liés au CO<sub>2</sub> ne peuvent être atténués simultanément.

Le premier exemple concerne les traînées de condensation. En l'état actuel des connaissances scientifiques, celles-ci contribueraient au réchauffement climatique. À première vue, il semblerait logique de faire en sorte d'éviter la formation de traînées de condensation. Or, il apparaît que des réacteurs moins gourmands et donc pauvres en émissions de CO<sub>2</sub> rejettent des gaz d'échappement plus froids et génèrent davantage de traînées de condensation. Le recours à des avions qui consomment moins produit tendanciellement davantage de traînées de condensation.

L'image ci-dessous a été prise depuis un avion scientifique suivant deux avions long-courriers pour effectuer des mesures à l'aide d'une sonde (élément rouge et blanc au premier plan à gauche). L'appareil de droite est un modèle vétuste qui rejette de grandes quantités de CO<sub>2</sub>, mais qui, dans les conditions atmosphériques qui régnaient ce jour-là, ne génère aucune traînée de condensation. L'appareil de gauche est de conception moderne ; ses réacteurs faible consommation rejettent des gaz moins polluants et plus froids. Par contre, on voit nettement les traînées de condensation dans son sillage



Source : DLR.

D'un côté, les émissions de CO<sub>2</sub> (quelle qu'en soit la source) ont une très longue durée de vie et contribuent à l'effet de serre tant qu'elles sont présentes dans l'atmosphère. La plupart des émissions rejetées aujourd'hui seront encore présentes dans l'atmosphère dans cent ans. De l'autre, les traînées de condensation ont un caractère local et leur durée de vie est comparativement très courte. Il serait théoriquement possible de développer des dispositifs techniques qui permettraient d'adapter la hauteur de vol en fonction de la météo, par exemple pour éviter les couches de l'atmosphère humides et très froides et empêcher ainsi la formation de traînées de condensation y compris avec des réacteurs à très haut rendement. Le hic, c'est que pour chaque phase de vol, les avions ont une hauteur de vol optimale en termes de consommation de carburant (l'avion s'allège au fur et à mesure du vol et accroît progressivement sa hauteur de vol). Or, un avion qui quitterait la hauteur de vol optimale, par exemple pour éviter les couches de l'atmosphère propices à la formation de traînées de condensation, augmenterait sensiblement sa consommation de carburant et donc ses émissions de CO<sub>2</sub>. Rien ne permet d'affirmer avec certitude aujourd'hui qu'il serait préférable de tolérer une plus forte consommation de carburant et davantage d'émissions de CO<sub>2</sub> pour éviter la formation de traînées de condensation.

De plus, si, dans le but d'éviter la formation de traînée de condensation, les avions volaient plus bas qu'à leur altitude de croisière habituelle, leur vitesse s'en ressentirait et la durée des voyages s'allongerait. Sans compter l'impact sur le confort des passagers car alors les appareils voleraient dans des couches atmosphériques plus turbulentes et seraient davantage chahutés.

Autre casse-tête, celui des réacteurs modernes qui, au fur et à mesure que leur rendement s'améliore, rejettent certes moins de CO<sub>2</sub> mais en contrepartie rejettent d'avantage d'oxyde 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 précisément lorsque la combustion du carburant est très efficace, absolument propre et sans résidus. Bien que cela entre en conflit avec l'objectif de réduction du CO<sub>2</sub>, l'OFAC s'engage depuis longtemps pour abaisser les valeurs limites de NO<sub>x</sub>, avant tout pour 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 a représenté jusqu'à aujourd'hui une incitation supplémentaire à développer des technologies de combustion complexes pauvres en émissions de NO<sub>x</sub>. Les motoristes sont parvenus à concevoir il y a quelques années des réacteurs dont les émissions de NO<sub>x</sub> sont nettement inférieures aux dernières valeurs limites fixées (2016). Dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique, l'accent a cependant été davantage mis ces dernières années sur la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> au point que les motoristes ont dû flirter avec les valeurs limites d'émissions de NO<sub>x</sub> pour obtenir des gains de rendement. Or, il faut continuer à diminuer les émissions de NO<sub>x</sub> et de NO<sub>2</sub> au nom de la santé et du climat. Tout comme pour la problématique des traînées de condensation, les avis sont partagés quant à l'opportunité de mettre une sourdine à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> afin de se concentrer sur la diminution des émissions de NO<sub>x</sub> en vol de croisière.

L'exemple des traînées de condensation et celui des émissions de NO<sub>x</sub>, qui sont des effets indésirables de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, montrent clairement qu'il est problématique d'évaluer les autres effets du transport aérien sur le climat sous forme de coefficient de multiplication des émissions de CO<sub>2</sub>. Seule la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> d'origine fossile peut être évaluée de manière sûre et fiable à long terme. C'est pourquoi elle figure au centre des préoccupations.<sup>1</sup>

Parmi les solutions imaginées par l'industrie pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, il convient de mentionner la soufflante non carénée. Le principe consiste à placer une grande soufflante (sorte de grande hélice) à l'extérieur de la nacelle du réacteur au moyen d'un réducteur. Les grandes soufflantes sont plus performantes en termes de propulsion que les aubes des réacteurs. Ce type de réacteur pourrait afficher une consommation de carburant inférieure de 20 % par rapport à aujourd'hui. Il n'est pas nécessairement plus bruyant. Par contre, il émet un bourdonnement grave. De plus, la conception des soufflantes, notamment les caractéristiques de poids et de traînée, ne permettent pas de les envelopper. Or, l'atmosphère atténue peu les ondes sonores basse fréquence qui pénètrent facilement dans les bâtiments. Leur son peut déranger même à haute altitude. L'OFAC est très exigeant en ce qui concerne la protection contre les nuisances sonores et on ignore de ce fait pour l'instant si la soufflante non carénée s'imposera bien qu'elle présente des avantages en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>.



Snecma Open Rotor, © Snecma

Troisième et dernier exemple, la problématique de la limitation du bruit. Les personnes qui ont pu as-

---

<sup>1</sup> [The current state of scientific understanding of the non-CO<sub>2</sub> effects of aviation on climate](#), David S. Lee, Manchester Metropolitan University, December 2018

sister au décollage ou à l'atterrissage de ce paquebot des airs qu'est l'A 380 se sont étonnées du niveau de bruit relativement modeste de l'appareil. Effectivement, l'A 380 possède une aile qui améliore les performances de montée au décollage et réduit le bruit au sol. Le train d'atterrissage est également doté d'un revêtement qui réduit le bruit, surtout à l'atterrissage. Ces mesures, qui ont un impact négatif sur l'aérodynamique (traînée) et sur le poids de l'avion, entraînent toutefois selon les estimations de l'OFAC un surcroît de consommation équivalent à 7 tonnes de kérosène par vol long-courrier et donc un surcroît d'émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. C'est à dessein que la lutte contre les nuisances sonores a été jugée plus importante que la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> pour ces avions.