



ASSEMBLÉE — 41^e SESSION

COMITÉ EXÉCUTIF

Point 16 : Protection de l'environnement – Dispositions générales, Bruit des aéronefs et Qualité de l'air locale

L'AVIATION CIVILE ET L'ENVIRONNEMENT

(Note présentée par le Conseil de l'OACI)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

Le présent document rend compte des progrès réalisés par l'OACI depuis la 40^e session de l'Assemblée dans le domaine de l'aviation civile et de l'environnement, y compris les tendances actuelles et futures de l'aviation dans les domaines du bruit et des émissions des aéronefs, les progrès réalisés dans l'élaboration de normes et pratiques recommandées (SARP) et d'orientations sur l'environnement, ainsi que les développements pertinents dans d'autres organes des Nations Unies et organisations internationales.

Suite à donner : L'Assemblée est invitée à :

- reconnaître les progrès substantiels accomplis par l'Organisation depuis la 40^e session de l'Assemblée en matière d'impact du bruit, de qualité de l'air locale et d'émissions mondiales ;
- demander à l'OACI de suivre de près les technologies innovantes et les sources d'énergie plus propres pour l'aviation et de préparer en temps utile l'actualisation et l'élaboration de normes et pratiques recommandées (SARP) et d'orientations pertinentes pour l'OACI en matière d'environnement, selon qu'il convient ;
- soutenir la poursuite des travaux de l'OACI dans tous les domaines clés liés à l'aviation civile et l'environnement ;
- examiner les informations figurant dans la présente note en vue d'actualiser la Résolution A40-17 de l'Assemblée.

<i>Objectifs stratégiques :</i>	La présente note de travail se rapporte à l'objectif stratégique — <i>Protection de l'environnement</i> .
<i>Incidences financières :</i>	Les activités visées dans la présente note devraient être entreprises dans le cadre des ressources disponibles dans le budget ordinaire 2023-2025 et/ou au moyen de contributions extrabudgétaires, selon les indications contenues dans le plan d'activités 2023-2025.
<i>Références :</i>	Doc 10140, <i>Résolutions de l'Assemblée en vigueur</i> (au 4 octobre 2019) A41-WP/xx, <i>Exposé récapitulatif de la politique permanente et des pratiques de l'OACI dans le domaine de la protection de l'environnement — Dispositions générales, bruit et qualité de l'air locale</i> .

1. INTRODUCTION

1.1 L'Organisation formule des politiques, élabore et actualise des normes et pratiques recommandées (SARP) en matière de bruit et d'émissions des aéronefs, et mène des activités de sensibilisation afin de réduire les effets néfastes de l'aviation civile sur l'environnement. Ces activités sont assurées par le Secrétariat, avec le soutien technique du Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP). L'OACI coopère aussi avec d'autres organes des Nations Unies et organisations internationales dans le cadre de ses activités.

1.2 Des progrès considérables ont été accomplis dans la réduction du bruit et des émissions produits par l'aviation civile internationale. Des avancées technologiques ont notamment permis de construire des aéronefs dont le niveau de bruit est inférieur de plus de 75 % et le rendement du carburant par passager-kilomètre supérieur de plus de 80 % aux aéronefs des années 1960. De nouvelles technologies et sources d'énergie novatrices ne cessent d'être mises au point, et l'OACI devra redoubler d'efforts pour tenir le rythme et assurer en temps voulu la certification environnementale de ces nouvelles technologies. Malgré la pandémie, l'OACI a enregistré des progrès notables dans ses activités environnementales sur le bruit et les émissions, notamment dans ses travaux sur la faisabilité d'un objectif ambitieux à long terme mondial en matière de réduction des émissions de CO₂ dans l'aviation internationale et l'état des lieux de l'OACI.

2. TENDANCES ENVIRONNEMENTALES MONDIALES

2.1 À sa 40^e session, l'Assemblée a adopté les tendances environnementales qui serviront de base à la prise de décision sur les questions environnementales et demandé qu'un état des lieux de ces tendances soit présenté à la 41^e session de l'Assemblée¹. Pour répondre à cette demande et en appui d'un processus décisionnel porté par les données, un vaste exercice de modélisation et d'analyse a été mené au cours du triennat pour dégager un ensemble actualisé de tendances, notamment en matière de bruit, de qualité de l'air locale et d'émissions, qui ont une incidence sur le climat mondial. Des détails sont fournis en appendice.

2.2 Par rapport à l'évaluation précédente des tendances, les tendances actualisées montrent une diminution des projections à long terme en matière de consommation de carburant, de bruit et de qualité de l'air par rapport à celles présentées lors de la dernière Assemblée (voir A40-WP/54). Ces différences sont principalement imputables à des écarts entre les prévisions centrales de la demande de trafic, fortement influencées par les données de la pandémie. Les prévisions précédentes de 2015 ont été établies au cours d'une période de croissance économique mondiale soutenue, et l'on s'attendait à ce que cette expansion se poursuive. Le produit intérieur brut (PIB) mondial a augmenté à concurrence de 2,8 % par an sur les dix années allant de 2015 à 2025 et de 2,6 % par an sur la période de trente ans allant de 2015 à 2045.

2.3 En revanche, les prévisions actuelles qui tiennent compte de l'effet de la pandémie à la fois sur la reprise économique à partir de 2020 et les perspectives à long terme font état d'un taux de croissance annuel du PIB mondial de 2,4 % pour 2018-2028 – dix ans – et de 2,5 % entre 2018 et 2050 – 32 ans. Ces scénarios actualisés de prévisions de trafic, conçus pour délimiter les trajectoires possibles du secteur de l'aviation dès lors qu'il sortira du ralentissement actuel dû à la pandémie, ont servi de base à l'évaluation des tendances environnementales actuelles et à l'étude de faisabilité d'un objectif ambitieux à long terme (LTAG) mondial et aux analyses du CORSIA (cf. A41-WP/xx, *Changement climatique*).

¹ Cf. Doc 10136 de l'OACI, 40^e Session de l'Assemblée, Rapport et procès-verbal du Comité exécutif, paragraphe 15.3 et Procès-verbal de la Cinquième réunion, Point 15 de l'ordre du jour, paragraphe 3.

2.4 Tendances relatives à la consommation de carburant et aux émissions de CO₂ des aéronefs

2.4.1 En 2018, l'aviation internationale a consommé environ 188 mégatonnes (Mt) de carburant. En 2050, alors qu'on prévoit une multiplication par 3,0 du trafic aérien international (exprimé en tonnes-kilomètres payantes), la consommation de carburant devrait être multipliée par 1,9 à 2,6 par rapport à 2018 selon les différents scénarios technologiques et de gestion du trafic aérien (ATM). Par rapport aux tendances précédentes en matière d'émissions de CO₂, l'évaluation actuelle fait état d'un recul d'environ 15 % des émissions de CO₂ en 2040 dans le scénario de base de gel technologique et d'absence d'amélioration opérationnelle.

2.4.2 Pour les travaux sur la faisabilité du LTAG, il convient de noter que les tendances en matière de consommation de carburant et d'émissions de CO₂ des aéronefs prennent en compte des potentiels de réduction des émissions de CO₂ internes au secteur de l'aviation grâce à des innovations technologiques, dans l'exploitation et les carburants afin de développer les trois scénarios intégrés de LTAG (voir A41-WP/xx, *Changement climatique*). Toutes les hypothèses d'entrée relatives aux prévisions et à l'évolution de la flotte jusqu'en 2050 utilisées dans les travaux du LTAG sont les mêmes que celles sur lesquelles reposent les tendances environnementales.

2.5 Tendances relatives aux émissions des moteurs d'aviation qui influent sur la qualité de l'air locale

2.5.1 En 2018, les émissions de NO_x LAQ étaient d'environ 0,20 Mt. En 2050, elles devraient être comprises entre 0,51 à 0,72 Mt selon la technologie et la gestion du trafic aérien, ce qui représente une multiplication par 2,6 à 3,6 sur la période, à comparer à la croissance prévue (multiplication par 3,0) du trafic aérien international.

2.5.2 Les émissions de nvPM et de PM totales qui ont une influence sur la LAQ sont estimées respectivement à 0,63 et 1,36 kt (kilotonnes) en 2018. En 2050, elles devraient se situer respectivement entre 1,1 et 1,2 kt et entre 3,1 et 3,2 kt selon la technologie et le scénario ATM, ce qui représente une multiplication par environ 1,8 et 2,4 respectivement pour les nvPM et les PM totales sur la période, à comparer à la multiplication par 3,0 prévue pour le trafic aérien international.

2.6 Tendances en matière de bruit des aéronefs

2.6.1 En 2018, une superficie totale de 16 486 kilomètres carrés était exposée à des niveaux sonores moyens jour-nuit (DNL) supérieurs à 55 dB. En 2050, elle sera multipliée par 0,9 à 1,9 par rapport à 2018 en fonction de la technologie utilisée. Environ 36,6 millions de personnes vivaient sur cette superficie où le DNL est supérieur à 55 dB en 2018. Comme pour les tendances précédentes, on peut observer un découplage entre l'augmentation du DNL annuel moyen et la croissance du trafic aérien. On notera aussi qu'avec une technologie d'aviation avancée, l'augmentation du trafic aérien pourrait ne plus entraîner de hausse du DNL total annuel moyen à partir d'environ 2038. Mais pour que ce scénario se concrétise, les États membres devront prendre un certain nombre de mesures ambitieuses.

3. BRUIT DES AÉRONEFS

3.1 Le Conseil a tenu compte des recommandations du CAEP concernant les modifications à apporter à l'Annexe 16, Volume I – *Bruit des aéronefs*, et au *Manuel technique environnemental (ETM)* (Doc 9501), Volume I – *Procédures de certification acoustique des aéronefs*, y compris une procédure de maintenance générale afin de préserver l'actualité et la pertinence des SARP relatives à l'environnement. L'OACI suit les éventuels problèmes acoustiques liés aux aéronefs à technologie émergente (notamment les concepts de mobilité aérienne urbaine et les aéronefs télépilotes) et les expériences des États membres

de l'OACI dans ce domaine². Des travaux sont en cours pour élaborer des directives de mesure du bruit pour ces aéronefs.

4. ÉMISSIONS DES MOTEURS D'AVIATION QUI INFLUENT SUR LA QUALITÉ DE L'AIR LOCALE

4.1 Le Conseil a tenu compte des recommandations du CAEP concernant les modifications à apporter à l'Annexe 16 – *Protection de l'environnement*, Volume II – *Émissions des moteurs d'aviation*, et à l'ETM (Doc 9501), Volume II – *Utilisation des procédures dans la certification des émissions des moteurs*, y compris, entre autres, une restructuration complète destinée à assurer son alignement avec le « Guide de rédaction des SARP et des PANS » de la Commission de navigation aérienne, des améliorations à apporter à la définition de la procédure équivalente, des amendements liés aux documents de référence et des modifications destinées à assurer la cohérence de la langue d'application.

4.2 Le Doc 9889 de l'OACI, *Manuel sur la qualité de l'air aux aéroports* a également été mis à jour, avec entre autres des informations sur les émissions de nvPM des avions, la dernière méthode de calcul recommandée et une modélisation de la dispersion.

5. ÉMISSIONS DE CO₂ DES AÉRONEFS

5.1 Le Conseil a tenu compte des recommandations du CAEP concernant les modifications à apporter à l'Annexe 16, Volume III – *Émissions de CO₂ des avions*, et à l'ETM (Doc 9501) – *Utilisation de procédures dans les procédures de certification des émissions de CO₂ des aéronefs*. Ces recommandations comprennent entre autres des améliorations des définitions, une clarification du paramètre du facteur géométrique de référence (RGF) et des informations sur la communication des données à l'autorité de certification.

6. ORIENTATIONS ENVIRONNEMENTALES POUR LES AÉROPORTS ET L'EXPLOITATION

6.1 Alors que les efforts de l'OACI se concentrent principalement sur l'atténuation de l'impact de l'aviation civile internationale sur le climat mondial, l'impact du changement climatique a été identifié comme un risque important pour le secteur de l'aviation. À cet égard, les travaux de l'OACI sur l'adaptation au climat constituent la base de la préparation de l'aviation à ces risques, avec notamment une nouvelle orientation sur l'évaluation des risques liés au changement climatique, l'identification des vulnérabilités et des mesures d'adaptation. Ces orientations aident les États et les parties prenantes à réaliser une évaluation des risques liés au changement climatique et à élaborer et mettre en œuvre un plan d'adaptation au changement climatique. Elles comprennent un aperçu des principales vulnérabilités liées au changement climatique auxquelles les États et organisations peuvent être exposés, ainsi qu'un menu d'adaptations potentielles envisageables pour réduire ces risques.

6.2 En ce qui concerne le bruit des aéronefs, l'OACI a récemment élaboré un nouveau manuel intitulé « Operational Opportunities to Reduce Aircraft Noise » (Doc 10177) (Possibilités opérationnelles de réduire le bruit des aéronefs), qui identifie et examine les possibilités et techniques opérationnelles standards ou innovantes de réduction du bruit des aéronefs. Le manuel fournit des informations sur les pratiques actuelles qui sont à la disposition des États et des parties prenantes de l'industrie pour réduire les impacts du bruit des avions. Il met également en évidence les développements récents résultant des

² https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise_new_concepts.aspx

innovations émergentes et examine les concepts et les technologies habilitantes en cours de développement au sein de l'industrie.

6.3 La collection électronique de publications pratiques sur les aéroports respectueux de l'environnement³ a été mise à jour. Elle porte sur les sujets suivants : résilience climatique, gestion de l'eau, gestion de la qualité de l'air et accès de surface durable. Conformément à l'initiative *Aucun pays laissé de côté* de l'OACI, la collection électronique fournit rapidement des informations pratiques et prêtes à l'emploi sur les meilleures pratiques à la communauté aéronautique internationale par le biais du site web public de l'OACI.

6.4 L'OACI a également publié deux rapports sur : des métriques environnementales pertinentes pour le système mondial de l'aviation ; et les enquêtes sur les indicateurs d'empêchement possibles. Ces rapports peuvent être consultés sur le site web de l'OACI⁴.

7. OUTILS ENVIRONNEMENTAUX EN APPUI DE LA QUANTIFICATION

7.1 Le Calculateur OACI d'émissions de carbone est l'outil officiel utilisé pour estimer la part des stocks de carbone des organismes des Nations Unies liée aux voyages aériens. Le Secrétariat envisage actuellement de l'actualiser et a conçu une interface de programmation d'applications (API) pour faciliter l'intégration du Calculateur dans des sites web et services externes. Le Secrétariat étudie les possibilités d'améliorer l'utilisation de l'ICEC, notamment en mettant en avant l'utilisation de carburants d'aviation durables. Comme l'ICEC, le calculateur OACI des écoréunions (IGMC) est un outil conçu pour faciliter la prise de décision en matière de réduction des émissions de carbone dues aux voyages aériens effectués pour assister à des réunions. La version améliorée de l'IGMC a été lancée en avril 2020 avec son interface mobile⁵.

7.2 Le Secrétariat a également continué à entretenir les outils associés à l'initiative des plans d'action nationaux de l'OACI (voir également A41-WP/xx, *Changement climatique*), notamment le système de données environnementales concernant l'aviation (AES), l'outil de détermination des avantages environnementaux (EBT), l'outil de la courbe du coût marginal de réduction et l'outil d'estimation des économies de carburant de l'OACI (IFSET)⁶.

7.3 En outre, l'OACI a développé le site web consacré aux outils de suivi⁷, où sont mises à jour toutes les informations les plus récentes sur les initiatives de réduction des émissions de CO₂ de l'aviation à partir de trois flux – technologie, exploitation et carburants –, ainsi que sur les initiatives « à émissions nulles » de l'aviation. À partir de juillet 2022, les outils de suivi comprennent des informations sur 102 initiatives sur la technologie, 97 initiatives sur les vols et 67 initiatives net zéro des parties prenantes de l'aviation. Le point de suivi des carburants fournit des détails sur les accords d'achat de SAF annoncés qui culminent à 29,4 milliards de litres de SAF, 53 aéroports qui distribuent régulièrement des SAF, et 24 politiques de soutien aux SAF adoptées ou en cours d'élaboration. Les outils de suivi fournissent également des détails sur 196 installations qui pourraient produire des SAF.

³ <https://www.icao.int/environmental-protection/pages/ecoairports.aspx>

⁴ <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/environment-publications.aspx>

⁵ <https://applications.icao.int/igmc>

⁶ <https://applications.icao.int/ifset>

⁷ Site web OACI des outils de suivi : [Initiatives de réduction des émissions de CO₂ dans les émissions – Outil de suivi \(icao.int\)](#)

8. COALITION MONDIALE DE L'OACI POUR L'AVIATION DURABLE

8.1 La coalition mondiale de l'OACI pour l'aviation durable⁸ continue de se développer, dans l'objectif de proposer un forum de parties prenantes qui facilite le développement de nouvelles idées et accélère la mise en œuvre de solutions innovantes en matière d'environnement. Durant la COP26, le Secrétariat de l'OACI a également lancé la première édition de l'initiative « Innovation Driving Sustainable Aviation » qui expose les innovations présentées durant l'État des lieux 2021 de l'OACI, ainsi que des mises à jour provenant de partenaires de la Coalition (voir aussi note A41-WP/xx, *Changement climatique*). Toutes les parties prenantes sont invitées à se rendre sur le site web de l'OACI pour rejoindre la Coalition.

9. COOPÉRATION AVEC D'AUTRES ORGANES DES NATIONS UNIES

9.1 Il convient également de noter l'intense activité de coordination réalisée par l'OACI au sein du système des Nations unies durant ce triennat, notamment dans le processus de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et le Groupe de gestion environnementale (GGE) des Nations unies.

9.2 La réunion internationale Stockholm+50, qui s'est tenue à Stockholm, en Suède, du 2 au 3 juin 2022, a constitué à ce titre un événement marquant célébrant 50 ans d'action environnementale mondiale. L'OACI a travaillé avec des parties prenantes suédoises et d'autres partenaires pour présenter les dernières innovations en matière de carburants d'aviation durables et d'énergie plus propre pour l'aviation internationale. La note A41-WP/xx, *Changement climatique*, présente de plus amples informations sur la coopération en matière de changement climatique.

⁸ Coalition de l'OACI : <https://www.icao.int/environmental-protection/SAC/Pages/learn-more.aspx>

APPENDIX

ICAO GLOBAL ENVIRONMENTAL TRENDS – PRESENT AND FUTURE AIRCRAFT NOISE AND EMISSIONS

1. TRENDS IN EMISSIONS THAT AFFECT THE GLOBAL CLIMATE

1.1 Trends in Aircraft Fuel Burn and CO₂ Emissions

1.1.1 The green-house gas (GHG) portion of the trends assessment evaluated potential contributions of operational and technology improvements to reducing projected fuel demand and associated future emissions, focusing on combustion CO₂ emissions. The results are based on the 2018-2050 post-COVID traffic and fleet forecast, representing conventional fuel consumption, CO₂ emissions (i.e., CO₂ emitted during flight only), and NO_x and nvPM emissions. The results contain the alternative fuel analyses, including the potential contribution of alternative jet fuel (AJF) on CO₂ net life-cycle emissions.

1.1.2 As shown in Figures 1 and 2, for the year 2050 and for the IEIR (Independent Expert Integrated Review) technology with high operational improvements scenario (Fuel Scenario 4), conventional fuel burn from international aviation, aircraft technology results in a reduction of 112 MT and operations provides an additional 22 MT for a total reduction of 134 MT. Fuel Scenario 1 value for international is 493 MT. ICAO’s 2% aspirational goal for international aviation fuel burn is not achieved, and the average fuel efficiency (2010-2050) is 1.53% which is slightly improved from the 1.37% computed in previous trends assessment for the same time period. Overall, technology and operational improvements results in roughly a 27% reduction in fuel burn for international aviation in 2050 for the IEIR scenario. The most aggressive fuel burn technology improvement scenario is that defined by the CAEP/11 IEIR process.

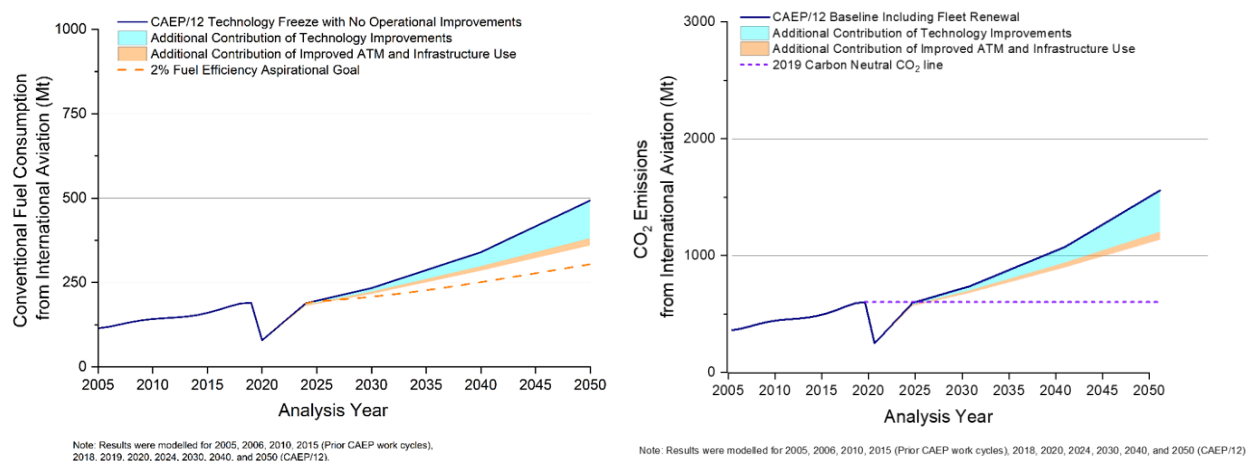


Figure 1 (left). Conventional Fuel Consumption from International Aviation, 2005 to 2050.

Figure 2 (right). CO₂ Emissions from International Aviation, 2005 to 2050.

1.1.3 As shown in Figure 3, in the year 2050 with alternative fuels replacement, in addition to the 27% reduction in CO₂ provided by technology and operations, alternative jet fuels replacement provides an additional 56% reduction in net life-cycle CO₂.

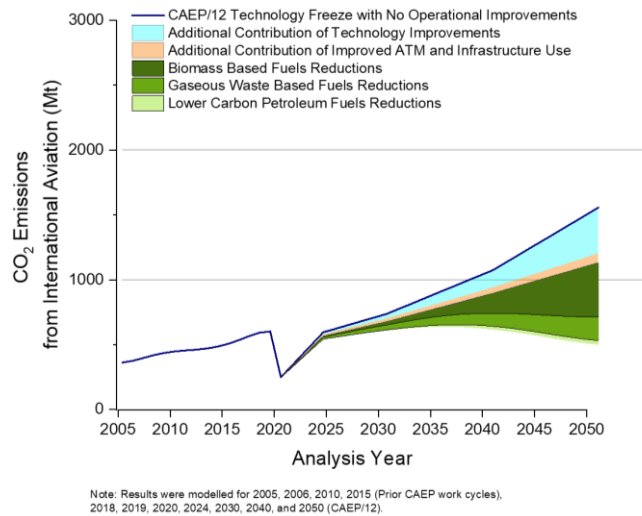


Figure 3. CO₂ Emissions from International Aviation, 2005 to 2050, Including Alternative Fuels Net Life-Cycle Emissions Reductions.

1.2 Trends in Aircraft Full-Flight NO_x and nvPM Emissions

1.2.1 With technology and operational improvements (NO_x Scenario 3), there is a combined reduction of 2.56 MT and 4.1 MT for international and global aviation, respectively. This amounts to roughly a 28% reduction in NO_x from NO_x Scenario 1 (technology freeze with no operational improvements), as presented on Figure 4.

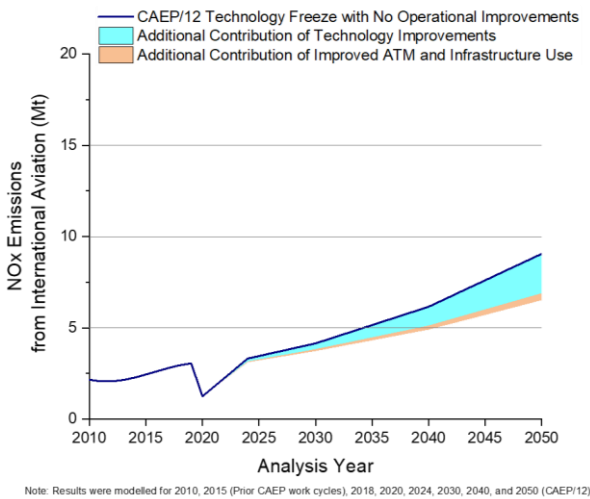


Figure 4 (left). Full Flight NO_x Emissions from International Aviation, 2010 to 2050.

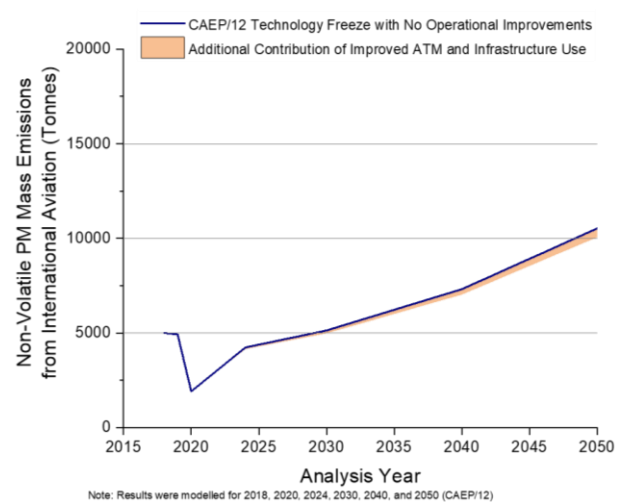


Figure 5 (right). Full Flight NVPM Emissions from International Aviation, 2018 to 2050.

1.2.2 nvPM Scenario 2 results in 465 tonnes and 895 tonnes reduction of nvPM mass emissions for international and global aviation, respectively. This amounts to roughly 5% reduction from nvPM Scenario 1 (technology freeze with no operational improvements), as presented on Figure 5.

2. AIRCRAFT NOISE TRENDS

2.1 The noise portion of the trends assessment evaluated potential contributions of operational and technology improvements to reducing population exposed to noise around airports. The results are based on the CAEP/12 2018 to 2050 post COVID traffic and fleet forecast, representing contour area and total population exposed to noise above a day-night average sound level in dB (DNL) of 55, 60, and 65. The noise trends assessment includes 319 global airports.

2.2 Figure 6 provides results for the total global 55 DNL contour area (i.e., for 319 airports) for 2018, 2028, 2038 and 2050 for the four scenarios. The 2018 technology freeze (scenario 1) contour area is 16 486 square km. This value decreases to 9 451 square km in 2020 due to the COVID-19 pandemic and increases to 15 530 square km by 2024. In 2050 the technology freeze (scenario 1) total global contour area is 31 407 square km and decreases to 15 196 square km with the advanced technology improvements and to 21 570 square km with low technology improvements.

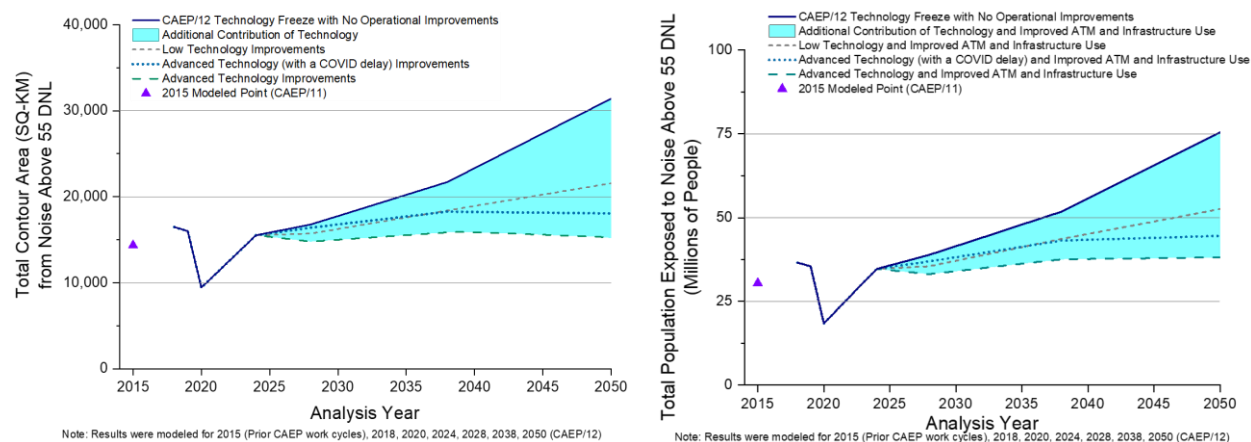


Figure 6 (left). Global Contour Area from Noise above 55 DNL, 2015-2050.
Figure 7 (right). Global Population Exposed to Noise above 55 DNL, 2015-2050.

2.3 Figure 7 provides results for the total global population exposed to aircraft noise above 55 DNL for 2018, 2028, 2038 and 2050 for the four scenarios. The 2018 baseline value is 36.55 million people. In 2020, the population decreases to 18.45 million due to the COVID-19 pandemic and increases to 34.70 by 2024. In 2050, the technology freeze (scenario 1) total population exposed is 75.5 million and decreases to 38.14 million people with the advanced technology and operational improvement scenario, and to 52.59 million people with low technology and operational improvement scenario.

3. TRENDS IN AIRCRAFT ENGINE EMISSIONS THAT AFFECT LOCAL AIR QUALITY

3.1 The LAQ portion of the trends assessment evaluated potential contributions of operational and technology improvements to reducing projected emissions of NO_x and potential contributions of operational improvements to reducing projected emissions of the particulate matter (PM). The results are based on the CAEP/12 2018 to 2050 post COVID traffic and fleet forecast, representing NO_x, non-volatile PM and Total PM emissions below 3 000 feet. NO_x technology improvement scenarios leverage the latest Independent Experts (IE) work.

3.2 NO_x emissions below 3 000 feet from international aviation are shown in Figure 8. In 2050, depending upon the scenario, technology improvements could provide up to 0.21 Mt of reductions in NO_x emissions for international aviation. Operational improvements are smaller than those that could be realized by technology, namely additional reductions of up to 0.03 Mt in 2050 for international aviation.

3.3 Non-volatile PM emissions below 3 000 feet from international aviation are shown in Figure 9. In 2050, operational improvements could provide additional reductions of up to 50 tonnes in nvPM emissions for international aviation.

3.4 Total (volatile and non-volatile) PM emissions below 3 000 feet from international aviation are shown in Figure 10. In 2050, operational improvements could provide additional reductions of up to 150 tonnes in PM emissions for international aviation.

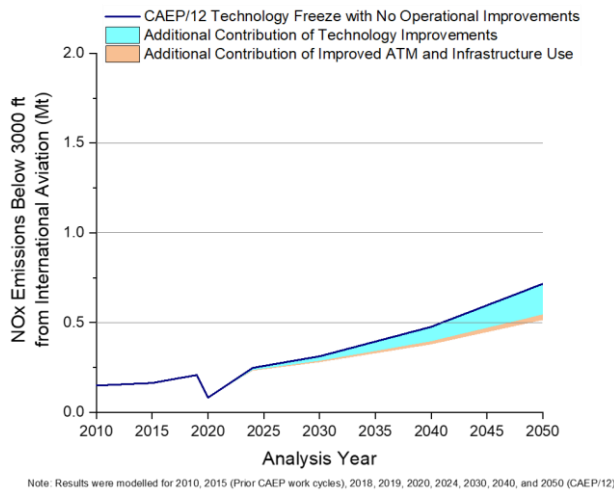


Figure 8. NOx Emissions below 3 000 ft from International Aviation, 2010 to 2050.

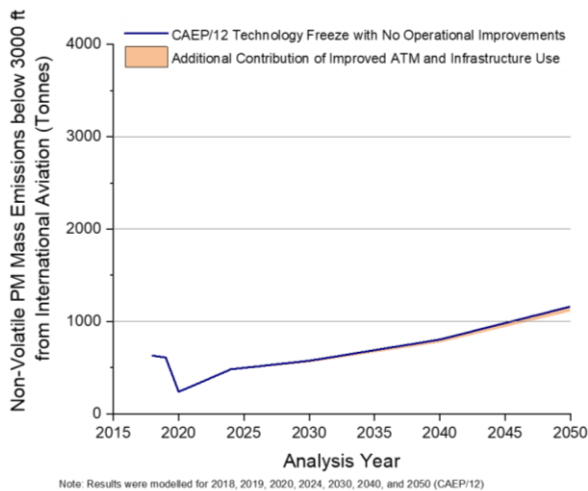


Figure 9 (left). nvPM Emissions below 3 000 ft from International Aviation, 2018 to 2050.

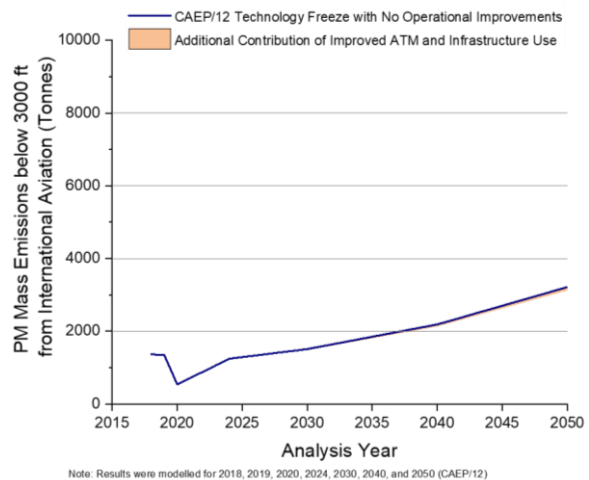


Figure 10 (right). PM Emissions below 3 000 ft from International Aviation, 2018 to 2050.