



ASSEMBLÉE — 38^e SESSION

COMITÉ EXÉCUTIF

Point 17 : Protection de l'environnement

TENDANCES ACTUELLES ET FUTURES EN MATIÈRE DE BRUIT ET D'ÉMISSIONS DES AÉRONEFS

(Note présentée par le Conseil de l'OACI)

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

Comme le demandait la Résolution A37-18 de l'Assemblée, Appendice A, le Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) a évalué « les incidences et les tendances actuelles et futures du bruit des aéronefs et des émissions des moteurs d'aviation ». Comme le demandait la Résolution A37-19, le Secrétariat élabore un dispositif qui permettra à l'Organisation de rendre compte périodiquement à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) des émissions de CO₂ produites par l'aviation internationale et de mesurer les progrès réalisés dans le cadre des mesures de mise en œuvre dans le secteur de l'aviation sur la base des renseignements approuvés par les États membres.

En termes absolus, la population mondiale totale exposée au bruit des aéronefs, le total mondial des émissions des aéronefs qui ont une incidence sur la qualité de l'air locale et le total mondial des émissions des aéronefs qui ont une incidence sur le climat à l'échelle mondiale devraient augmenter tout au long de la période d'analyse, mais à un rythme plus lent que la demande de déplacements par voie aérienne. Selon le scénario 9, le rendement du carburant devrait s'améliorer au taux moyen de 1,4 pour cent par an jusqu'en 2040, et de 1,76 pour cent par an à mi-chemin entre 2020 et 2030. Outre les améliorations technologiques et opérationnelles envisagées des aéronefs, des mesures supplémentaires seront nécessaires pour parvenir à une croissance carboneutre relative à 2020. Les carburants alternatifs durables peuvent y contribuer sensiblement, mais les données sont insuffisantes pour en prédire en toute certitude la disponibilité.

Suite à donner: L'Assemblée est invitée:

- a) à accepter les tendances environnementales mondiales comme base de prise de décision sur les questions environnementales durant la présente session de l'Assemblée ;
- b) à demander au Conseil de poursuivre ses travaux dans ces domaines avec l'appui des États et de veiller à ce qu'une évaluation actualisée des tendances environnementales mondiales soit fournie à la prochaine session de l'Assemblée ;
- c) à prier instamment les États de communiquer les données sur la consommation de carburant demandées par l'OACI afin d'appuyer la demande faite au Conseil par l'Assemblée de rendre compte des émissions de l'aviation ;
- d) à examiner les renseignements exposés dans la présente note en vue de les inclure dans les révisions des Résolutions A37-18 et A37-19 de l'Assemblée.

<i>Objectifs stratégiques:</i>	La présente note de travail se rapporte à l'Objectif stratégique C, <i>Protection de l'environnement et développement durable du transport aérien.</i>
<i>Incidences financières:</i>	Les activités dont il est question dans la présente note seront entreprises sous réserve de la disponibilité de ressources budgétaires dans le budget-programme 2014-2016 et/ou de contributions extrabudgétaires.
<i>Références:</i>	A38-WP/34, <i>Exposé récapitulatif de la politique permanente et des pratiques de l'OACI dans le domaine de la protection de l'environnement – Changements climatiques.</i>

1. INTRODUCTION

1.1 Comme le demandait la Résolution A37-18 de l'Assemblée, Appendice A, le Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) a évalué « les incidences et les tendances actuelles et futures du bruit des aéronefs et des émissions moteurs d'avion. » Des données substantielles fournies par des États membres et des organisations internationales ayant qualité d'observatrices ont contribué à l'établissement des tendances exposées dans la présente note, notamment des modèles, des bases de données et des compétences. Ces données ont été examinées par le CAEP et corroborent son unité de vues.

1.2 En outre, en réponse à une demande de la Résolution A37-19 de l'Assemblée, le Secrétariat élabore un dispositif qui permettra à l'Organisation de rendre compte périodiquement à la CCNUCC des émissions de CO₂ produites par l'aviation internationale et de mesurer les progrès en vue de la réalisation des objectifs concernant le rendement du carburant d'aviation et les émissions de CO₂ établis par cette résolution.

2. ÉVOLUTION DES TENDANCES

2.1 Dès avant la 36^e session de l'Assemblée de l'OACI, le CAEP a modélisé des scénarios futurs sur le bruit, la qualité de l'air locale (QAL) et les émissions de gaz à effet de serre (GES). À la 37^e session de l'Assemblée, les tendances ont été présentées à l'ensemble du secteur de l'aviation (trafics intérieur et international combinés) et l'Assemblée a demandé au Conseil de continuer à diffuser ces renseignements. Depuis la dernière Assemblée, les travaux ont été axés sur l'amélioration des tendances liées au climat mondial. Des améliorations substantielles ont été apportées à la méthode d'établissement des tendances qui permet maintenant d'évaluer la contribution de l'aviation internationale séparément ainsi que les différentes mesures disponibles pour réduire la consommation de carburant et les émissions de CO₂ correspondantes. Le CAEP a établi les tendances en matière de consommation de carburant et d'émissions de CO₂ produites par l'aviation internationale en vue de les soumettre à la présente Assemblée. Les tendances en matière de bruit et de QAL présentées à la 37^e session, et également exposées en Appendice A, ont été examinées ; de l'avis du CAEP, il n'est pas nécessaire de les actualiser.

2.2 La consommation de carburant et les résultats concernant les émissions de CO₂ contenus dans la présente note sont fondés sur des prévisions centrales de la demande, sans contraintes¹, produites par le CAEP et sont représentatifs des tendances observées dans l'ensemble des scénarios examinés.

2.3 Les Résolutions A37-18 et A37-19 de l'Assemblée portent sur « les incidences sur l'environnement » de l'aviation et reconnaissent les incidences hors-CO₂ initialement étudiées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), en 1999. Le CAEP continue de surveiller et de rendre compte des meilleures données consensuelles disponibles et des progrès scientifiques par le biais de son Groupe sur les incidences et la science, qui a fourni des rapports à la neuvième réunion du CAEP.

¹ C'est-à-dire qu'il n'y a pas de contraintes physiques ou opérationnelles qui limitent la croissance du trafic aux aéroports au-delà de l'horizon prévisionnel (implicite) en supposant que des investissements suffisants sont faits au fil du temps dans l'infrastructure (par ex., les systèmes de gestion des aéroports et du trafic aérien), la technologie, les améliorations opérationnelles, etc. aux fins d'adaptation à la croissance du trafic. Mais les contraintes actuelles dans le réseau sont des contraintes intégrées.

3. TENDANCES EN MATIÈRE DE CONSOMMATION DE CARBURANT ET D'ÉMISSIONS DE CO₂ PRODUITES PAR L'AVIATION INTERNATIONALE

3.1 Hypothèses d'analyse

3.1.1 Neuf scénarios au total, définis en Appendice B, ont été modélisés afin de donner un aperçu de l'éventail des améliorations technologiques et opérationnelles possibles. Les résultats sont fondés sur les prévisions centrales de la demande établies par le CAEP, qui s'est servi de 2010 comme année de référence. Les données exposées pour 2005 et 2006 ont été reprises de l'évaluation des tendances présentée à la 37^e Assemblée de l'OACI.

3.1.2 Trois modèles ont contribué aux résultats de l'évaluation des tendances : l'Aviation Environmental Design Tool (AEDT) de la FAA, le modèle perfectionné pour les émissions (AEM) d'EUROCONTROL, et l'outil pour les scénarios futurs en aviation (FAST) de l'université métropolitaine de Manchester.

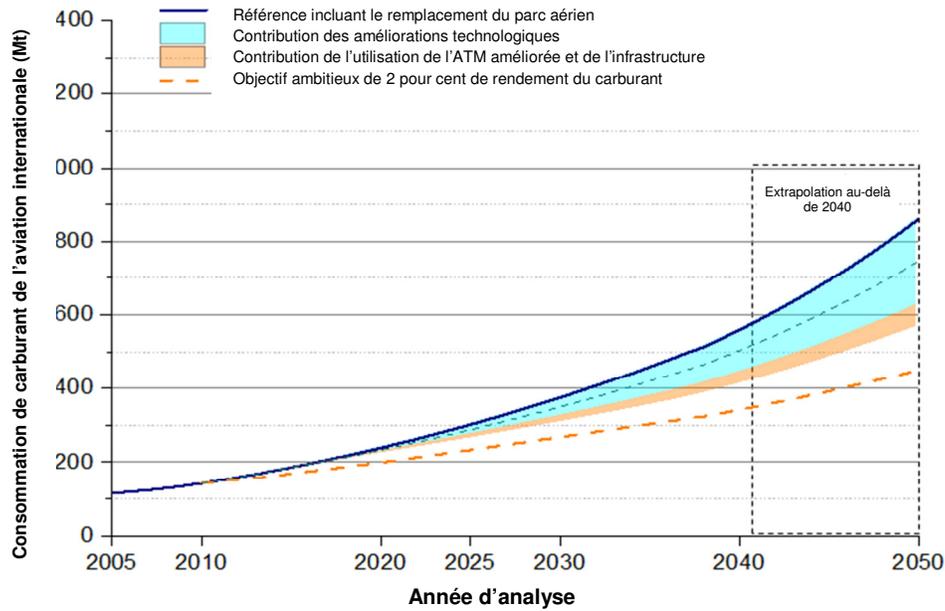
3.2 Tendances en matière de consommation de carburant d'aviation

3.2.1 La Figure 1 donne les résultats de la consommation mondiale de carburant pour des vols complets de 2005 à 2040, ensuite extrapolés à 2050. L'analyse de la consommation de carburant tient compte de la contribution de la technologie aéronautique, de la gestion améliorée du trafic aérien et de l'utilisation de l'infrastructure (à savoir les améliorations opérationnelles) pour réduire la consommation de carburant. La figure illustre également la consommation de carburant à laquelle il faut s'attendre si l'objectif ambitieux des 2 pour cent annuels en matière de rendement du carburant était atteint. La Figure 2 situe ces contributions dans le contexte de l'incertitude associée à la demande prévue, qui est notoirement plus grande que l'éventail des contributions possibles des améliorations technologiques et opérationnelles.

3.2.2 Les résultats présentés aux Figures 1 et 2 valent pour l'aviation internationale uniquement. En 2010, environ 65 pour cent de la consommation mondiale de carburant d'aviation était le fait de l'aviation internationale. Sur la base de l'analyse du CAEP, cette proportion devrait avoisiner les 70 pour cent d'ici 2050.

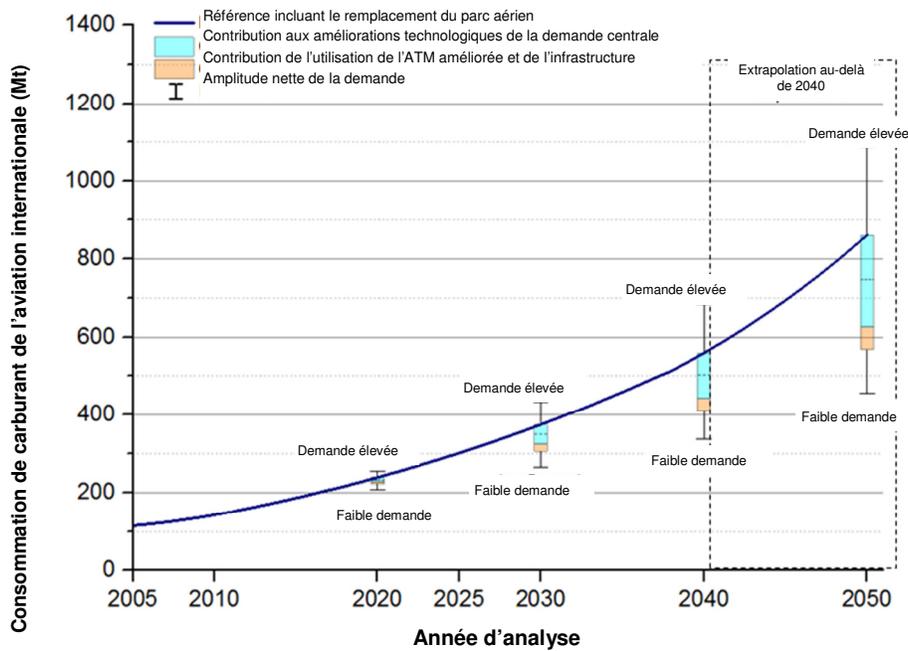
3.3 Tendances en matière d'émissions de CO₂ des aéronefs

3.3.1 La Figure 3 présente les émissions de CO₂ pour des vols complets, produites par l'aviation internationale, de 2005 à 2040, ensuite extrapolées à 2050. Cette figure ne tient compte que des émissions de CO₂ associées à la combustion de carburéacteur, en supposant que 1 kg de carburéacteur consommé génère 3,16 kg de CO₂. Comme l'analyse sur la consommation de carburant, cette analyse tient compte de la contribution de la technologie aéronautique, de la gestion améliorée du trafic aérien et de l'utilisation de l'infrastructure (à savoir les améliorations opérationnelles). En outre, la zone d'émissions possibles de CO₂ en 2020 est affichée pour référence par rapport à l'objectif ambitieux mondial de maintenir les émissions nettes de CO₂ à ce niveau. Bien qu'il ne soit pas présenté dans une figure distincte, l'effet de l'incertitude de la demande sur les calculs de consommation de carburant exposés à la Figure 2 est le même que celui qu'elle a sur les résultats concernant le CO₂.



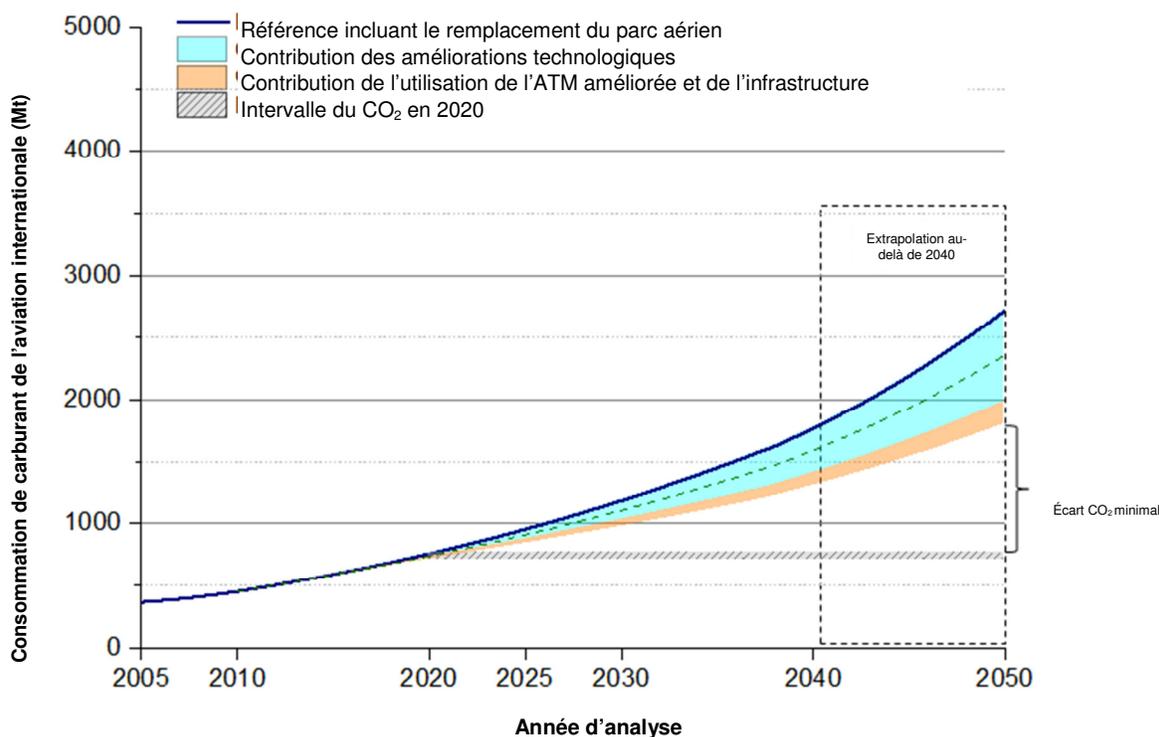
* La ligne pointillée dans la couleur argentée de la contribution technologique représente le « Scénario d'amélioration technologique modérée des avions »
 Note : Les résultats ont été modélisés pour 2005, 2006, 2010, 2020, 2025, 2030 et 2040 puis extrapolés à 2050.

Figure 1. Consommation de carburant des avions de l'aviation internationale, de 2005 à 2050



Note: La consommation de carburant n'a été modélisée que pour les prévisions centrales. Les effets des sensibilités de demande élevée et faible illustrées se fondent sur le coefficient des passagers-kilomètres payants prévus pour la demande élevée/faible par rapport à la demande centrale.

Figure 2. Zone d'incertitudes associées à la demande prévue, 2005 à 2050



* La ligne carboneutre réelle est dans cet intervalle

La ligne pointillée dans la couleur argentée de la contribution technologique représente le « Scénario d'amélioration technologique modérée des avions »

Note: Les résultats ont été modélisés pour 2005, 2006, 2010, 2020, 2025, 2030 et 2040 puis extrapolés à 2050.

Figure 3. Émissions de CO₂ des avions produits par l'aviation internationale, 2005 à 2050

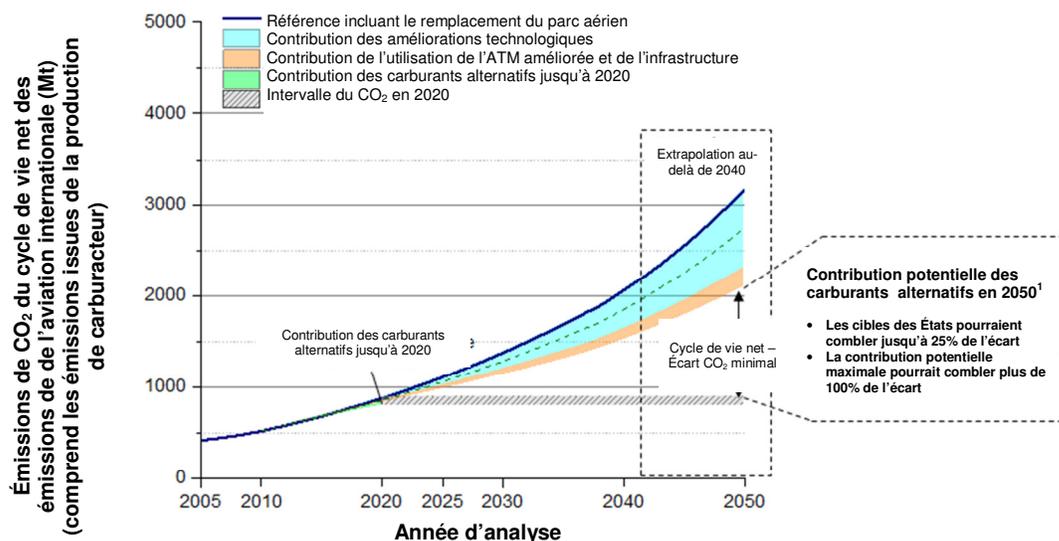
3.4 Examen des carburants alternatifs durables

3.4.1 Les renseignements exposés à la Figure 4 concernant les carburants alternatifs en 2020 et 2050 sont fondés sur les réponses fournies par des États membres et des organisations ayant qualité d'observatrices aux deux mémorandums du CAEP et à la lettre aux États AN 1/17 12/59. Les renseignements présentés pour 2020 et 2050 tiennent compte des objectifs formulés par les États aux fins de l'élaboration de carburants alternatifs durables. Étant donné les renseignements disponibles limités, il n'a pas été possible d'estimer l'élaboration possible de carburants alternatifs durables dans les années intermédiaires.

3.4.2 La Figure 4 illustre dans quelle mesure possible la plus élevée les carburants alternatifs durables peuvent contribuer à réduire le cycle de vie net des émissions de CO₂ de l'aviation internationale en 2050. Les émissions durant le cycle de vie net représentent les émissions provenant à la fois de la création et de la consommation de carburant. En conséquence, les émissions durant le cycle de vie des carburateurs conventionnels et des carburants alternatifs durables sont prises en compte dans cette figure. Cette figure suppose que les émissions créées par la production de carburateur sont égales à 0,51 fois la quantité de carburant et qu'une fois consommées elles sont égales à 3,16 fois la quantité de carburant. Une telle approche doit encore être examinée en détail et approuvée par l'OACI. En l'absence d'une entente internationale et d'orientations spécifiques de l'OACI sur les méthodes d'analyse du cycle de vie, aux fins de la présente analyse la contribution des carburants alternatifs est exposée sur la base de

l'hypothèse que le cycle de vie net de leurs émissions de CO₂ est de zéro. Les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas communiquées à la CCNUCC sous l'angle du cycle de vie. Les émissions de CO₂ de l'aviation sont communiquées à la CCNUCC en utilisant une valeur qui est égale à 3,16 fois la quantité de carburant, tandis que les émissions produites par les carburateurs sont communiquées dans une catégorie à part. De la même manière, la technologie aéronautique et les améliorations opérationnelles décrites dans la présente note ne contribueront pas directement à réduire les émissions de la production de carburateur.

3.4.3 Afin d'améliorer l'examen futur de la contribution des carburants alternatifs durables à la réduction des émissions de l'aviation internationale, il serait peut-être nécessaire d'élaborer d'autres méthodologies pour tenir compte des émissions de l'aviation durant le cycle de vie. La Figure 4 ne représente pas une attribution de la responsabilité en matière d'émissions ou une décision ou recommandation politique.



* La ligne carboneutre réelle est dans cet intervalle
La ligne pointillée dans la couleur argentée de la contribution technologique représente le « Scénario d'amélioration technologique modérée des aéronefs »
¹ Si tous les carburants alternatifs étaient carboneutres en 2050
Note: Les résultats ont été modélisés pour 2005, 2006, 2010, 2020, 2025, 2030 et 2040 puis extrapolés jusqu'à 2050.

Figure 4. Contribution des carburants alternatifs sur le plan des émissions de CO₂ durant le cycle de vie net de l'aviation internationale, de 2005 à 2050

3.5 Interprétation des tendances

3.5.1 En 2010, l'aviation internationale a consommé environ 142 millions de tonnes métriques de carburant, soit 448 millions de tonnes métriques (Mt, 1kg x 10⁹) d'émissions de CO₂. Sur la base des hypothèses décrites au § 3.4.2, cela équivaut à 522 Mt d'émissions de CO₂ durant le cycle de vie. D'ici 2040, la consommation de carburant devrait avoir augmenté 2,8 à 3,9 fois la valeur de 2010, tandis que les tonnes-kilomètres payantes devraient augmenter 4,2 fois selon les prévisions centrales de la demande. En extrapolant à 2050, la consommation de carburant devrait avoir augmenté 4 à 6 fois la valeur de 2010, tandis que les tonnes-kilomètres payantes devraient augmenter 7 fois selon les prévisions centrales de la demande.

3.5.2 D'après le scénario 9, le rendement du carburant d'aviation devrait s'améliorer à un taux moyen de 1,4 pour cent par an d'ici 2040 et à un taux de 1,39 pour cent an en l'extrapolant à 2050. Tandis qu'à court terme (2010 à 2020), les améliorations technologiques en matière de rendement, l'ATM améliorée et l'utilisation de l'infrastructure devraient être modérées, il est prévu de les accélérer à mi-parcours (2020 à 2030). Durant la période de 2020 à 2030, le rendement du carburant devrait s'améliorer au taux moyen de 1,76 pour cent par an, selon le scénario 9. Cette analyse montre que des améliorations technologiques et opérationnelles supplémentaires au-delà de celles-là mêmes décrites dans le scénario 9 seront nécessaires pour réaliser l'objectif ambitieux mondial de 2 pour cent par an du rendement du carburant.

3.5.3 En 2020, l'aviation internationale devrait consommer entre 216 Mt et 239 Mt de carburant, soit 682 Mt à 755 Mt d'émissions de CO₂. En utilisant les hypothèses du § 3.4.2, cela se traduit par 794 Mt à 879 Mt d'émissions de CO₂ durant le cycle de vie net. Selon le scénario le plus vraisemblable, environ 3 pour cent de cette consommation de carburant pourrait consister en des carburants alternatifs durables en 2020. Sur la base de la consommation maximale prévue en 2020 (Scénario 1) et de la consommation de carburant prévue en 2040 dans le scénario 9, un écart minimal de 523 Mt d'émissions de CO₂ est prévu en 2040. L'extrapolation du scénario 9 à 2050 donne un écart de 1,039 Mt. Sur la base des hypothèses du § 3.4.2, l'écart des émissions de CO₂ durant le cycle de vie net devrait être de 607 Mt en 2040 et de 1,210 Mt en 2050. Des incertitudes significatives existent dans les prévisions relatives à la contribution des carburants alternatifs durables en 2050. Sur la base des objectifs fixés par les États membres, il est possible que 25 pour cent de l'écart puissent être comblés par les carburants alternatifs durables en 2050. Étant donné la contribution maximale évaluée des carburants alternatifs durables (sur la base des matières biologiques et des régions terrestres disponibles), et en supposant des émissions de carbone nulles des carburateurs conventionnels, il est possible que plus de 100 pour cent de l'écart puissent être comblés.

4. MESURER LES PROGRÈS FAITS POUR RÉALISER LES OBJECTIFS AMBITIEUX MONDIAUX EN MATIÈRE DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES

4.1 Dans la Résolution A37-19, l'Assemblée « décide que les États et les organisations compétentes travailleront par l'intermédiaire de l'OACI pour réaliser une amélioration mondiale du rendement du carburant de 2 pour cent par an en moyenne jusqu'en 2020 et un objectif ambitieux mondial correspondant à une amélioration du rendement du carburant de 2 pour cent par année de 2021 à 2050, calculée sur la base du volume de carburant utilisé par tonne kilomètre payante réalisée ». En outre, elle « demande au Conseil de rendre compte périodiquement à la CCNUCC des émissions de CO₂ produites par l'aviation internationale, dans le cadre de sa contribution à l'évaluation des progrès des mesures de mise en œuvre dans le secteur en se fondant sur les renseignements approuvés par ses États membres. » Le Secrétariat élabore un dispositif, appelé Système de compte rendu et d'analyse des CO₂ de l'OACI (ICORAS) qui permettra à l'Organisation de rendre compte à la CCNUCC et de mesurer les progrès réalisés aux fins de la réalisation des objectifs ambitieux mondiaux.

4.2 L'ICORAS vise à faciliter le calcul de la consommation internationale de carburant et des données concernant les tonnes-kilomètres payantes (TKP) en intégrant les données de consommation de carburant et de trafic communiquées par les États membres à l'aide des formulaires de statistiques du transport aérien de l'OACI et en complétant les données manquantes par des estimations appropriées. La clé du succès du projet ICORAS est la réception en temps opportun de données précises sur la consommation de carburant à communiquer par les États au moyen du Formulaire M – Consommation de carburant et trafic – Services internationaux et total des services des transporteurs aériens commerciaux

(Formulaire de l'OACI sur la consommation de carburant). Ce formulaire est une source de données unique car il contient la consommation de carburant calculée par type d'aéronef pour chaque transporteur aérien qui rend compte, et couvre le transport international régulier et le transport international non régulier. L'OACI a actuellement reçu des données valides via le Formulaire M de la part de 55 États dont le trafic aérien représente approximativement 50 pour cent de l'ensemble des TPK internationales, dont 80 pour cent ont été validées. Avec une amélioration de la communication des données au moyen du Formulaire M, l'ICORAS permettra à l'OACI de rendre compte avec plus d'exactitude à la CCNUCC des émissions de CO₂ produites par l'aviation internationale et de mesurer avec plus de précision les progrès réalisés dans le cadre des objectifs ambitieux mondiaux.

5. CONCLUSIONS

5.1 En termes absolus, la population mondiale totale exposée au bruit des aéronefs, le total mondial des émissions des aéronefs qui ont une incidence sur la QAL et le total mondial des émissions de CO₂ qui ont une incidence sur le climat à l'échelle mondiale devraient augmenter tout au long de la période d'analyse, mais à un rythme en général plus lent que la demande de déplacements par voie aérienne. Il est important de tenir compte de l'incertitude substantielle associée à la demande future dans le secteur de l'aviation. Le rendement du carburant de l'aviation internationale devrait s'améliorer d'ici 2050, mais des mesures outre celles considérées dans cette analyse seront nécessaires pour réaliser l'objectif ambitieux mondial d'une amélioration de 2 pour cent par an du rendement du carburant. De même, en tenant compte uniquement des améliorations technologiques et opérationnelles des aéronefs, des mesures supplémentaires seront nécessaires pour parvenir à la croissance carboneutre relative à 2020. Il est possible que les carburants alternatifs durables y contribuent sensiblement, mais les données sont insuffisantes pour prédire avec certitude leur disponibilité ou les émissions de CO₂ durant le cycle de vie.

APPENDICE A

TENDANCES EN MATIÈRE DE BRUIT DE QUALITÉ DE L'AIR LOCALE

1. INTRODUCTION

1.1 Pour la 37^e session de l'Assemblée, plusieurs scénarios ont été élaborés afin d'évaluer le bruit et les émissions des aéronefs ayant une incidence sur la qualité de l'air locale (QAL). Le scénario 1 représente le cas de sensibilité qui part de l'hypothèse d'améliorations opérationnelles nécessaires pour préserver les niveaux actuels de rendement opérationnel, mais n'inclut aucune amélioration technologique des aéronefs excédant celles qui sont disponibles à bord des aéronefs produits en 2006. Étant donné que le scénario 1 n'est pas considéré comme probable, il est à dessein décrit dans tous les graphiques sans ligne connectant les résultats modélisés de 2006, 2016, 2026 et 2036. Les autres scénarios partent de l'hypothèse d'une mise en œuvre accrue d'améliorations tant opérationnelles que technologiques. Les scénarios 2, 3 et 4 sont présumés correspondre aux résultats les plus probables.

1.2 Les données opérationnelles de 2006, l'année de référence, incluent des activités aéronautiques commerciales mondiales aux termes des règles de vol aux instruments (IFR). Des données détaillées sur les mouvements d'aéronefs étaient disponibles pour l'Amérique du Nord, l'Amérique centrale et la majorité de l'Europe, tandis que les aéronefs fabriqués dans la Communauté des États indépendants (CEI) n'ont pas été inclus faute de données.

2. TENDANCES EN MATIÈRE DE POPULATION EXPOSÉE AU BRUIT DES AÉRONEFS

2.1 La Figure 1 illustre les résultats relatifs à la population mondiale totale exposée au bruit des aéronefs au-dessus de 55 DNL pour 2006, 2016, 2026 et 2036. La valeur de l'année de référence 2006 est d'environ 21,2 millions de personnes. En 2036, la population totale exposée varie d'environ 26,6 millions (scénario 4) à 34,1 millions de personnes (scénario 2).

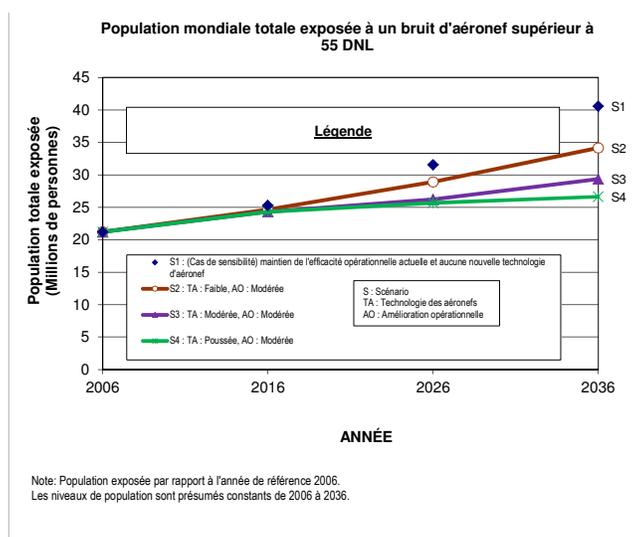


Figure 1. Population mondiale totale exposée à un bruit d'aéronef supérieur à 55 DNL

Bruit (Scénarios 2 – 4)

- **Le scénario 2** représente le cas d'une faible amélioration de la technologie des aéronefs et d'une amélioration opérationnelle modérée, partant de l'hypothèse d'améliorations acoustiques de 0,1 décibel du niveau effectif de bruit perçu (EPNdB) par année, pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien entre 2013 et 2036.
- **Le scénario 3** représente le cas d'une amélioration modérée de la technologie des aéronefs et de l'exploitation, partant de l'hypothèse d'un EPNdB de 0,3 par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien entre 2013 et 2020, et de 0,1 entre 2020 et 2036.
- **Le scénario 4** représente le cas d'une amélioration poussée de la technologie des aéronefs et d'une amélioration opérationnelle modérée, partant de l'hypothèse d'un EPNdB de 0,3 par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien entre 2013 et 2036.

3. TENDANCES EN MATIÈRE D'ÉMISSIONS CONCERNANT LES NO_x DES AÉRONEFS ET LES PARTICULES DE MATIÈRE (PM) AU-DESSOUS DE 3 000 ft

3.1 La Figure 2 illustre les résultats relatifs aux émissions mondiales de NO_x à moins de 3 000 ft au-dessus du niveau du sol (AGL), pour 2006, 2016, 2026 et 2036. La valeur de l'année de référence 2006 est d'environ 0,25 million de tonnes métriques (Mt, 1 kg x 10⁹). En 2036, le total des émissions de NO_x varie de 0,52 Mt (scénario 3) à 0,72 Mt (scénario 2).

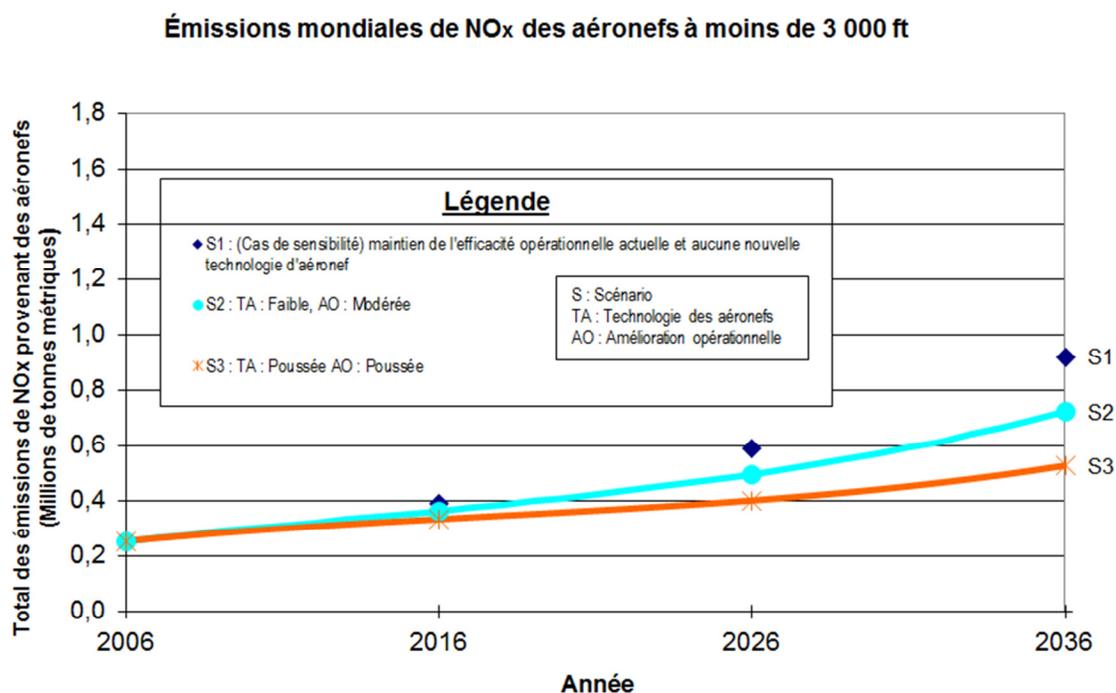


Figure 2. Total mondial des émissions de NO_x des aéronefs à moins de 3 000 ft AGL

NOx (Scénarios 2 et 3, au-dessous et au-dessus de 3 000 ft)

- **Le scénario 2** représente le cas d'une amélioration modérée de la technologie des aéronefs et de l'exploitation, partant de l'hypothèse d'améliorations des aéronefs en matière de NOx fondée sur une réduction de 50 pour cent des niveaux actuels d'émission de NOx aux niveaux des émissions de NOx fixés pour 2026 lors de l'examen par les experts indépendants de CAEP/7 des objectifs en matière de NOx (- 60 pour cent +/- 5 pour cent par rapport à la norme actuelle de CAEP/6 concernant les NOx), sans autre amélioration par la suite. Ce scénario comprend aussi des améliorations opérationnelles modérées pour l'ensemble du parc aérien par région.
- **Le scénario 3** représente le cas d'une amélioration poussée de la technologie des aéronefs et de l'exploitation, partant de l'hypothèse d'amélioration des aéronefs en matière de NOx fondée sur une réduction de 100 pour cent, des niveaux actuels d'émission de NOx aux niveaux d'émission de NOx fixés pour 2026 lors de l'examen par les experts indépendants de CAEP/7, des objectifs en matière de NOx, sans autre amélioration par la suite. Ce scénario comprend aussi des améliorations opérationnelles poussées pour l'ensemble du parc aérien par région, qui sont considérées comme constituant le plafond de ces améliorations.

3.2 Les résultats pour les émissions de PM au-dessous de 3 000 ft suivent les mêmes tendances que pour les émissions de NOx. La valeur de l'année de référence 2006 est de 2 200 tonnes métriques. En 2036, le total mondial de PM devrait être d'environ 5 800 tonnes métriques (scénario 2).

3.3 La contribution relative des émissions d'un aéroport à l'ensemble des émissions dépend de l'emplacement de l'aéroport. Par exemple, les émissions d'un aéroport situé dans un environnement urbain type peuvent ne représenter que 10 pour cent du total régional des émissions, alors que dans un environnement plus rural les émissions d'un aéroport tendraient à représenter un pourcentage comparativement plus élevé.

3.4 Les émissions en masse, mesurées en unités telles que le total de tonnes de NOx ou le total de tonnes de PM, provenant de sources aux aéroports ne sont qu'une mesure aux fins de la comparaison. Pour comprendre l'influence sur la qualité de l'air ambiant, les émissions en masse aux aéroports doivent être converties en concentrations ambiantes, mesurées en unités telles que le microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ou les parties par million (PPM) de NOx ou de PM. La contribution progressive en concentrations de polluants ambiants imputables à des émissions aux aéroports décroît à mesure que l'on s'éloigne de l'aéroport. Chaque contribution à un aéroport est unique, car elle dépend de l'urbanisation/industrialisation aux alentours et des conditions météorologiques à proximité de l'aéroport.

4. TENDANCES POUR LES NOx AU-DESSUS DE 3 000 ft

4.1 Les scénarios évalués pour les NOx au-dessus de 3 000 ft sont identiques à ceux concernant les NOx au-dessous de 3 000 ft. Comme l'indique la Figure 3, la valeur de l'année de référence 2006 est d'environ 2,5 Mt. En 2036, le total des NOx va d'environ 4,6 Mt (scénario 3) à environ 6,3 Mt (scénario 2).

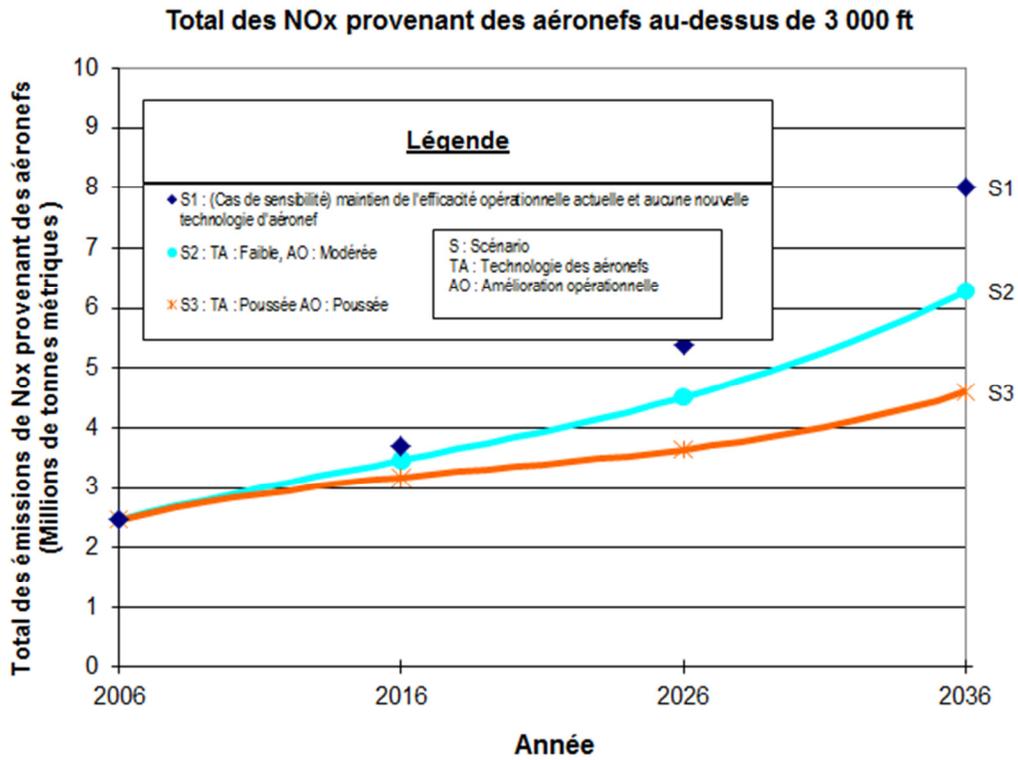


Figure 3. Total mondial des NOx provenant des aéronefs au-dessus de 3 000 ft AGL

APPENDICE B

DESCRIPTIONS DES SCÉNARIOS DE CONSOMMATION DE CARBURANT ET D'ÉMISSION DE CO₂ POUR TOUT LE VOL

Scénario 1 (Référence CAEP/7) : Ce scénario inclut les améliorations opérationnelles nécessaires au maintien des niveaux actuels d'efficacité opérationnelle, mais il n'inclut aucune amélioration technologique au-delà de celles disponibles dans la production actuelle (2010) d'aéronefs.

Scénario 2 (Amélioration faible de la technologie des aéronefs et amélioration opérationnelle modérée) : Outre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR, ce scénario comprend des améliorations de la consommation de carburant de 0,96 pour cent par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et avant 2015, et de 0,57 pour cent par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien de 2015 à 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires modérées pour l'ensemble du parc aérien, par région, comme le montre le Tableau 1, dans la colonne « limite inférieure ».

Scénario 3 (Amélioration modérée de la technologie des aéronefs et de l'exploitation) : Outre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR, ce scénario comprend des améliorations de la consommation de carburant de 0,96 pour cent par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et jusqu'en 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires modérées pour l'ensemble du parc aérien, par région, comme le montre le Tableau 1, dans la colonne « limite inférieure ».

Scénario 4 (Amélioration poussée de la technologie des aéronefs et de l'exploitation) : Outre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR, ce scénario comprend des améliorations de la consommation de carburant de 1,16 pour cent par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et jusqu'en 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires modérées pour l'ensemble du parc aérien, par région, comme le montre le Tableau 1, dans la colonne « limite supérieure ».

Scénario 5 (Amélioration optimiste de la technologie des aéronefs et amélioration opérationnelle poussée) : Outre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR, ce scénario comprend une amélioration optimiste de la consommation de carburant de 1,5 pour cent par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et jusqu'en 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires modérées pour l'ensemble du parc aérien, par région, comme le montre le Tableau 1, dans la colonne « limite supérieure ». Ce scénario va au-delà des améliorations basées sur les recommandations de l'industrie.

Scénario 6 (Amélioration faible de la technologie des aéronefs et améliorations opérationnelles fixées par les experts indépendants à CAEP/9) : Ce scénario comprend des améliorations de la consommation de carburant de 0,96 pour cent par an pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et avant 2015, et de 0,57 pour cent par an pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien de 2015 à 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires pour l'ensemble du parc aérien selon les experts indépendants à CAEP/9 par groupe de routes, comme l'indique le Tableau 2.

Scénario 7 (Améliorations modérée de la technologie des aéronefs et améliorations opérationnelles fixées par les experts indépendants à CAEP/9) : Outre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR, ce scénario comprend des améliorations de la consommation de carburant de 0,96 pour cent par an pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et jusqu'en 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires pour l'ensemble du parc aérien selon les experts indépendants à CAEP/9 par groupe de routes, comme l'indique le Tableau 2.

Scénario 8 (Amélioration poussée de la technologie des aéronefs et améliorations opérationnelles fixées par les experts indépendants à CAEP/9) : Outre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR, ce scénario comprend des améliorations de la consommation de carburant de 1,16 pour cent par an pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et jusqu'en 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires pour l'ensemble du parc aérien selon les experts indépendants à CAEP/9 par groupe de routes, comme l'indique le Tableau 2.

Scénario 9 (Amélioration optimiste de la technologie des aéronefs et améliorations opérationnelles fixées par les experts indépendants à CAEP/9) : Outre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR, ce scénario comprend des améliorations de la consommation de carburant de 1,5 pour cent par an pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2010 et jusqu'en 2050. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires pour l'ensemble du parc aérien selon les experts indépendants à CAEP/9 par groupe de routes, comme l'indique le Tableau 2. Ce scénario va au-delà des améliorations fondées sur les recommandations dans l'industrie.

Tableau 1. Pourcentage de changement de la consommation de carburant porte-à-porte par rapport à 2010, par région

	2020		2030/2040/2050	
	Limite inférieure	Limite supérieure	Limite inférieure	Limite supérieure
Amérique du Nord	0	-2	0	-4
Europe	-2	-6	-3	-7
Amérique centrale	-1	-4	-2	-5
Amérique du Sud	-1	-4	-2	-5
Moyen-Orient	-2	-5	-3	-6
Afrique	-4	-7	-5	-8
Asie/Pacifique	-3	-6	-4	-7

Tableau 2. Pourcentage de changement de la consommation de carburant porte-à-porte par rapport à 2010, par groupe de routes

Groupe de routes	Objectif 2020 G	Objectif 2030	Objectif 2040
Intérieures Afrique	3,13 %	6,59 %	9,95 %
Intérieures Asie/Pacifique	4,01 %	8,70 %	11,53 %
Intérieures Europe	4,35 %	8,28 %	11,30 %
Intérieures Amérique latine	3,33 %	7,46 %	10,38 %
Intérieures Moyen-Orient	4,00 %	8,98 %	11,71 %
Intérieures Amérique du Nord	4,73 %	8,98 %	11,41 %
Europe – Afrique	2,38 %	5,26 %	7,55 %
Europe – Asie/Pacifique	2,27 %	4,94 %	6,26 %
Europe – Moyen-Orient	1,67 %	4,46 %	6,86 %
Intra-Afrique	2,50 %	5,24 %	8,09 %
Intra-Asie/Pacifique	2,82 %	6,12 %	7,82 %
Intra-Europe	3,41 %	6,63 %	9,23 %
Intra-Amérique latine	2,96 %	6,83 %	9,39 %
Intra-Moyen-Orient	3,50 %	7,88 %	10,26 %
Intra-Amérique du Nord	4,73 %	9,27 %	12,05 %
Atlantique central	2,30 %	4,90 %	6,08 %
Moyen-Orient – Asie/Pacifique	2,46 %	5,35 %	6,72 %
Amérique du Nord – Amérique centrale/Caraïbes	3,19 %	6,73 %	9,01 %
Amérique du Nord – Amérique du Sud	2,24 %	5,31 %	7,15 %
Atlantique Nord	2,33 %	4,93 %	6,11 %
Autres routes internationales	2,63 %	6,18 %	8,42 %
Atlantique Sud	2,12 %	4,64 %	5,78 %
Transpacifiques	2,10 %	4,61 %	5,76 %