



## ASSEMBLÉE — 37<sup>e</sup> SESSION

### COMITÉ EXÉCUTIF

#### Point 17 : Protection de l'environnement

#### TENDANCES ACTUELLES ET FUTURES DU BRUIT ET DES ÉMISSIONS DES AÉRONEFS

(Note présentée par le Conseil de l'OACI)

#### RÉSUMÉ ANALYTIQUE

Comme le demandait la Résolution A36-22 de l'Assemblée, Appendice A, le Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) du Conseil a évalué « les incidences actuelles et futures du bruit des aéronefs et des émissions des moteurs d'aviation » et a approuvé à cet effet des outils qui permettent d'examiner les relations entre bruit des aéronefs, émissions ayant une incidence sur la qualité de l'air locale (QAL) et émissions ayant une incidence sur le climat à l'échelle mondiale. Des scénarios ont été évalués pour une année de référence fixée à 2006 et pour des années futures fixées à 2016, 2026 et 2036. L'analyse de la consommation de carburant pour des vols complets a aussi été réalisée pour l'année 2050. Les évaluations étaient fondées sur une prévision sans contraintes et ne tenaient pas compte des incidences des carburants alternatifs.

En termes absolus, la population mondiale totale exposée au bruit des aéronefs, le total mondial des émissions des moteurs d'aviation ayant une incidence sur la QAL et le total mondial des émissions des moteurs d'aviation ayant une incidence sur le climat à l'échelle mondiale devraient augmenter. Cependant, il est prévu que le bilan de l'aviation en matière de bruit et d'émissions augmente à un rythme plus lent que la demande de déplacements par voie aérienne, sur la base de chaque vol pris isolément ; il est aussi prévu que l'efficacité s'améliore durant toute cette période.

**Suite à donner :** L'Assemblée est invitée :

- à accepter les tendances environnementales mondiales comme base pour les décisions en matière d'environnement, durant la présente session de l'Assemblée ;
- à demander au Conseil de poursuivre ses travaux dans ce domaine 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 ;
- à examiner les renseignements contenus dans la présente note pour actualiser la Résolution A36-22 de l'Assemblée.

<i>Objectifs stratégiques :</i>	La présente note de travail se rapporte à l'Objectif stratégique C, <i>Protection de l'environnement — Limiter au minimum l'incidence néfaste de l'aviation civile mondiale sur l'environnement.</i>
<i>Incidences financières :</i>	Aucune ressource supplémentaire n'est nécessaire. Il est prévu que les travaux faisant intervenir le Secrétariat seront entrepris dans le cadre des ressources réservées dans le projet de budget 2011-2013.

<i>Références :</i>	<i>A37-WP/24, Exposé récapitulatif de la politique permanente et des pratiques de l'OACI dans le domaine de la protection de l'environnement</i> <i>Doc-9938, Rapport de la 8<sup>e</sup> Réunion du Comité de la protection de l'environnement en aviation</i> <i>Doc 9902, Résolutions de l'Assemblée en vigueur (au 28 septembre 2007)</i>
---------------------	---

## 1. INTRODUCTION

1.1 Le Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) du Conseil a évalué des modèles et élaboré des scénarios futurs pour le bruit, la qualité de l'air locale (QAL) et les émissions de gaz à effet de serre (GES). La plupart des modèles et des compétences nécessaires pour entreprendre cette évaluation ont été fournis par des États et des organisations internationales ayant qualité d'observateurs.

1.2 La présente note contient des résultats mondiaux pour :

- a) la population exposée au bruit des aéronefs (analyse du bruit) ;
- b) les NO<sub>x</sub> et les particules de matières (PM) au-dessous de 3 000 pieds (analyse de la QAL) ;
- c) la consommation de carburant pour les vols complets et le rendement énergétique des systèmes d'aéronefs commerciaux (analyse des GES).

1.3 Les résultats contenus dans la présente note sont fondés sur des prévisions centrales, sans contraintes, produites par le CAEP et sont représentatifs des tendances observées sur l'ensemble de la gamme de scénarios examinés.

## 2. SCÉNARIOS

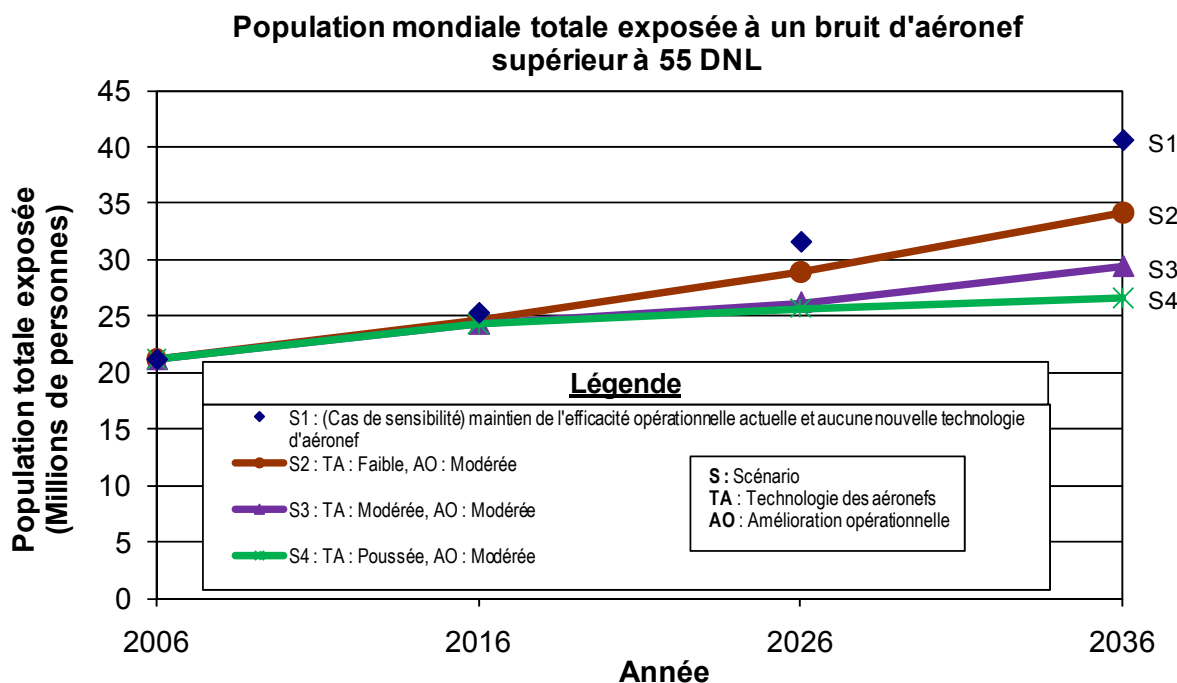
2.1 Les données opérationnelles pour 2006, année de référence, comprennent les opérations d'aviation commerciales mondiales selon les règles de vol aux instruments (IFR). Des données détaillées sur les mouvements des aéronefs étaient disponibles pour l'Amérique du nord, l'Amérique centrale et la plus grande partie de l'Europe, mais les aéronefs fabriqués dans la Communauté des États indépendants (CEI) n'y étaient pas inclus faute de données.

2.2 Une gamme de scénarios a été élaborée pour évaluer le bruit des aéronefs, les émissions ayant une incidence sur la qualité de l'air locale (QAL) et la consommation de carburant, laquelle est représentative des émissions de gaz à effet de serre (GES). 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, y compris l'introduction prévue de NextGen et du SESAR, mais n'inclut aucune amélioration technologique des aéronefs excédant celles qui sont disponibles à bord des aéronefs de production actuelle (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. Le scénario 1 est le même dans chacune des tendances. Les autres scénarios partent de l'hypothèse d'une mise en œuvre accrue d'améliorations tant opérationnelles que technologiques. Les scénarios 2 et au-dessus sont présumés correspondre aux résultats les plus probables.

2.3 Les prévisions centrales du CAEP indiquent un taux de croissance annuel du trafic passagers de 4,8 % entre 2006 et 2036.

### 3. RÉSULTATS CONCERNANT LE BRUIT

3.1 La Figure 1 fournit les résultats pour 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).



Note: Population exposée par rapport à l'année de référence 2006.  
Les niveaux de population sont présumés constants de 2006 à 2036.

**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 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.

#### 4. RÉSULTATS CONCERNANT LES NO<sub>x</sub> ET LES PARTICULES DE MATIÈRES (PM) AU-DESSOUS DE 3 000 PIEDS

4.1 La Figure 2 fournit des résultats pour des émissions mondiales de NO<sub>x</sub> au-dessous de 3 000 pieds 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 10<sup>9</sup>). En 2036, le total des émissions de NO<sub>x</sub> varie de 0,52 Mt (scénario 3) à 0,72 Mt (scénario 2). Pour la totalité du spectre de dimensions des aéroports, les émissions des avions contribuent à raison de 70 à 80 % au total des émissions de NO<sub>x</sub> aux aéroports.

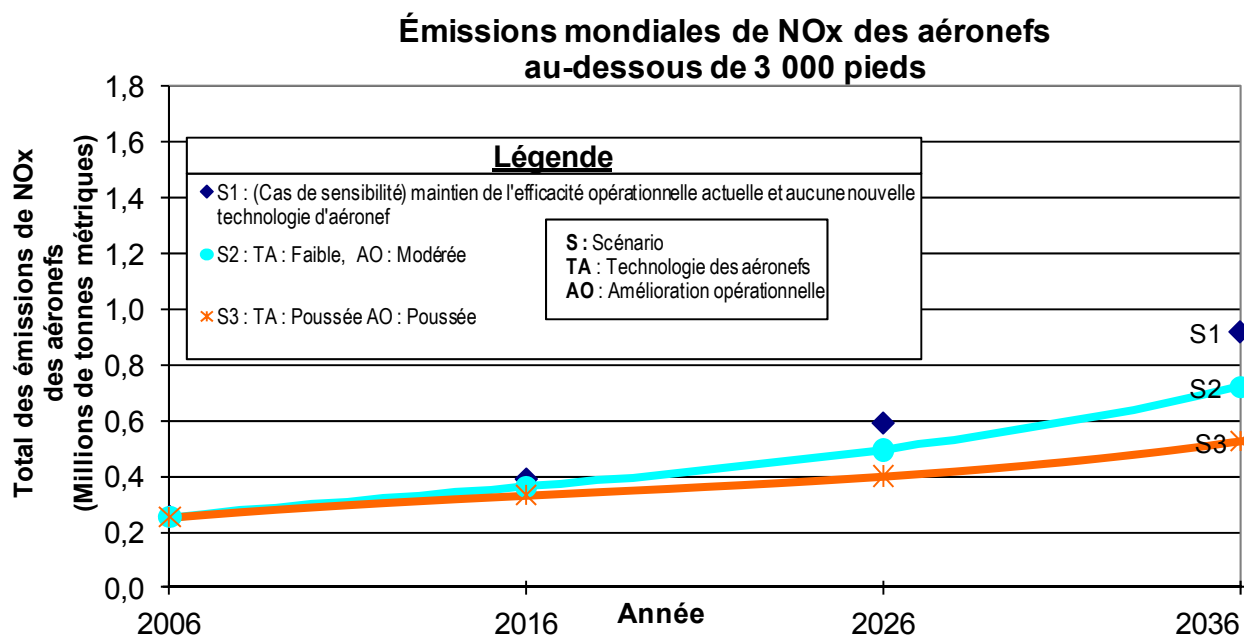


Figure 2. Total mondial des émissions de NO<sub>x</sub> des avions au-dessous de 3 000 pieds AGL.

#### NO<sub>x</sub> (Scénarios 2 et 3, au-dessous et au-dessus de 3 000 pieds)

- **Le scénario 2** représente le cas d'une amélioration modérée de la technologie des avions et de l'exploitation, partant de l'hypothèse d'améliorations des avions en matière de NO<sub>x</sub> fondée sur une réduction de 50 %, depuis les niveaux actuels d'émission de NO<sub>x</sub> pour atteindre les niveaux des émissions de NO<sub>x</sub> fixées lors de l'examen par les experts indépendants, à CAEP/7, en ce qui concerne les objectifs en matière de NO<sub>x</sub> (- 60 % +/- 5 % par rapport à la norme actuelle de CAEP/6 concernant les NO<sub>x</sub>), pour 2026, 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 avions et de l'exploitation, partant de l'hypothèse d'amélioration des avions en matière de NO<sub>x</sub> fondée sur une réduction de 100 %, depuis les niveaux actuels d'émission de NO<sub>x</sub> pour atteindre les niveaux d'émission de NO<sub>x</sub> fixées lors de l'examen par les experts indépendants, à CAEP/7, pour les objectifs en matière de NO<sub>x</sub>, pour 2026, 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.

4.2 Les résultats pour les émissions de PM au-dessous de 3 000 pieds 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).

4.3 La contribution des émissions aux aéroports au total des émissions à proximité des aéroports dépend des sources d'émissions qui entourent l'aéroport. Pour un environnement urbain type, les émissions aux aéroports représentent environ 10 % du total des émissions régionales aux abords des aéroports, tandis qu'en environnement rural les émissions aux aéroports tendraient à atteindre un plus haut pourcentage. La région à laquelle il est fait référence ne devrait pas être confondue avec les régions de l'OACI, car il est question ici de communautés locales aux abords des aéroports (par exemple 50 km x 50 km).

4.4 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 par incrément 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.

## 5. RÉSULTATS POUR LES NOx AU-DESSUS DE 3 000 PIEDS

5.1 Les scénarios évalués pour les NOx au-dessus de 3 000 pieds sont identiques à ceux concernant les NOx au-dessous de 3 000 pieds. 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).

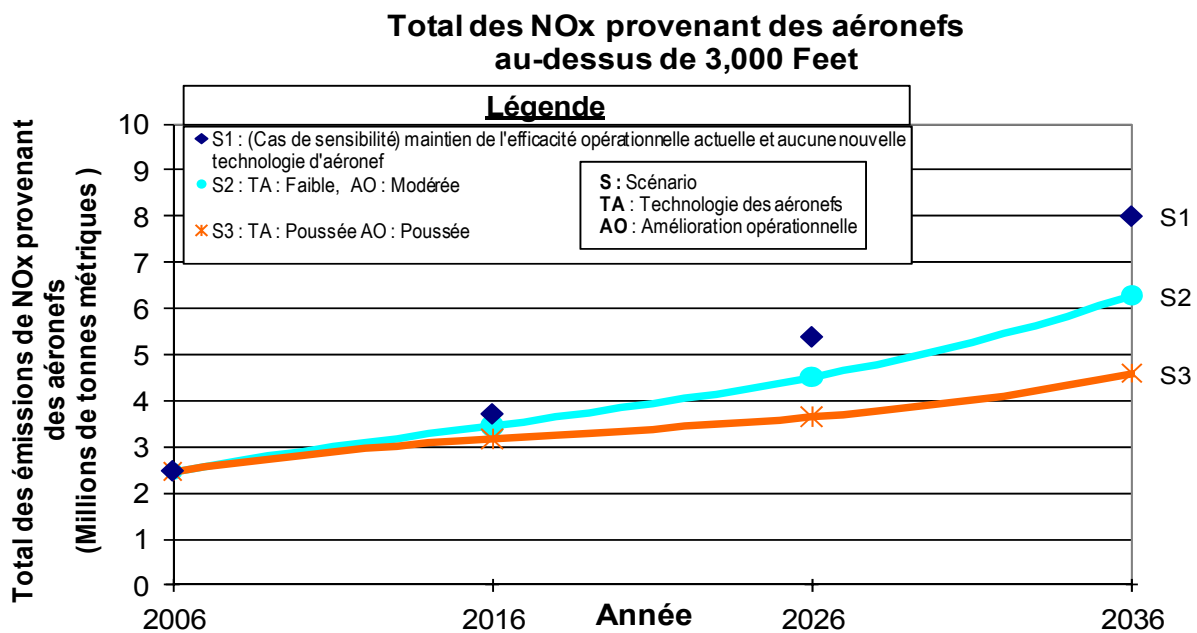
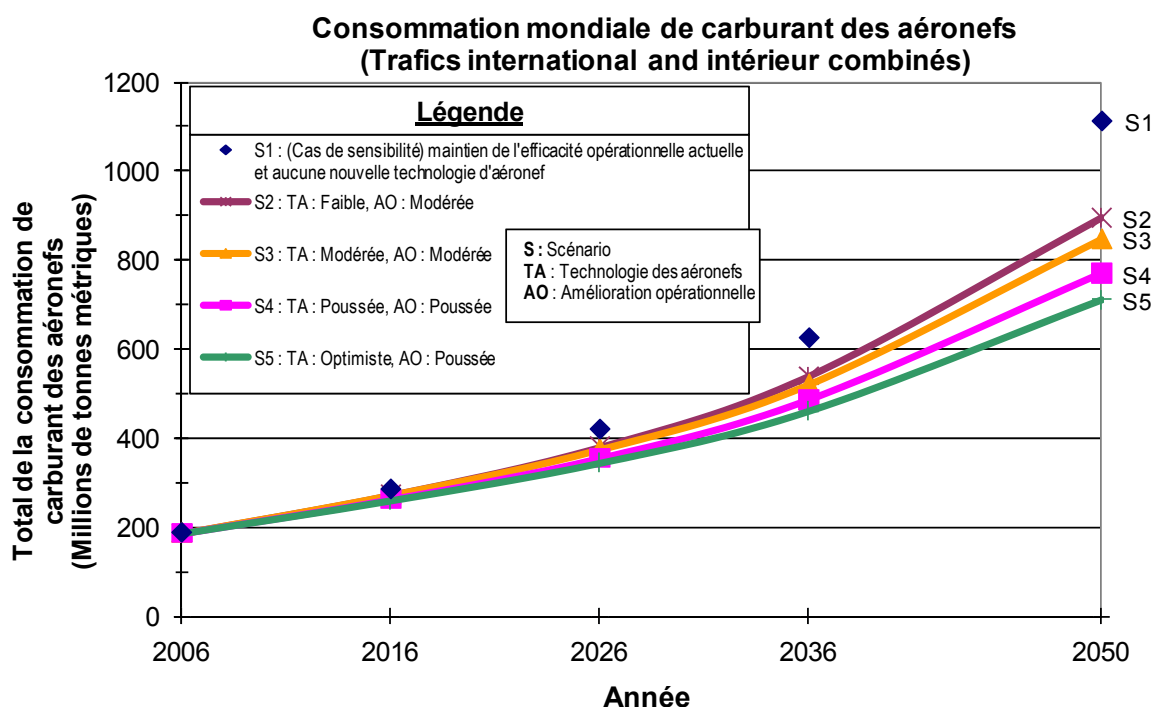


Figure 3. Total mondial des NOx provenant des aéronefs au-dessus de 3 000 pieds AGL.

## 6. RÉSULTATS CONCERNANT LA CONSOMMATION DE CARBURANT ET LA CASFE VOLS COMPLETS

6.1 La Figure 4 fournit les résultats pour la consommation mondiale de carburants vols complets pour 2006, 2016, 2026, 2036 et 2050. Ces résultats concernent les trafics intérieur et international combinés. Comme l'illustre la Figure 5, la valeur de l'année de référence 2006 est de 187 Mt de carburant, le trafic intérieur représentant environ 38 % de ce total et le trafic international 62 %.



Note : Les résultats ont été modélisés pour 2006, 2016, 2026, and 2036, puis extrapolés pour 2050.

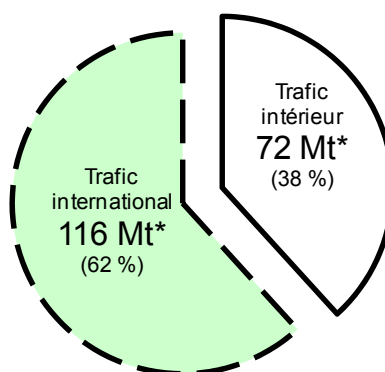
**Figure 4. Total mondial de la consommation de carburant des aéronefs — 2006 à 2050.**

### Consommation de carburants vols complets et CASFE (Scénarios 2 – 5)

- **Le scénario 2** représente le cas d'une amélioration faible de la technologie des aéronefs et d'une amélioration opérationnelle modérée qui, en plus d'inclure les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR (Scénario 1), comprend aussi des améliorations de la consommation de carburant de 0,96 % par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2006 et avant 2015, et de 0,57 % par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien dès 2015 jusqu'en 2036. Il comprend également des améliorations opérationnelles supplémentaires modérées pour l'ensemble du parc aérien, par région.
- **Le scénario 3** représente le cas d'une amélioration modérée de la technologie des aéronefs et de l'exploitation qui, en plus de comprendre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR (Scénario 1), comprend aussi des améliorations de la consommation de carburant de 0,96 % par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2006 jusqu'en 2036, et des améliorations opérationnelles modérées supplémentaires pour l'ensemble du parc aérien, par région.

- **Le scénario 4** représente le cas d'une amélioration poussée de la technologie des aéronefs et de l'exploitation qui, en plus de comprendre les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR (Scénario 1), comprend aussi des améliorations de la consommation de carburant de 1,16 % par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2006 jusqu'en 2036, et des améliorations opérationnelles poussées supplémentaires pour l'ensemble du parc aérien, par région.
- **Le scénario 5** représente le cas d'une amélioration optimiste de la technologie des aéronefs et d'une amélioration opérationnelle poussée qui, en plus d'inclure les améliorations liées à la migration vers les toutes dernières initiatives opérationnelles, par exemple celles prévues dans NextGen et SESAR (Scénario 1), comprend aussi une amélioration optimiste de la consommation de carburant de 1,5 % par année pour tous les aéronefs qui s'intègrent au parc aérien après 2006 jusqu'en 2036, et des améliorations opérationnelles poussées supplémentaires pour l'ensemble du parc aérien, par région. Ce scénario va au-delà des recommandations fondées sur l'industrie pour ce qui est des améliorations potentielles.

**Consommation mondiale de carburant  
des aéronefs  
Traffics international et intérieur - 2006**



Mt = millions de tonnes métriques  
\* Valeurs arrondies au Mt le plus proche et en pourcentage

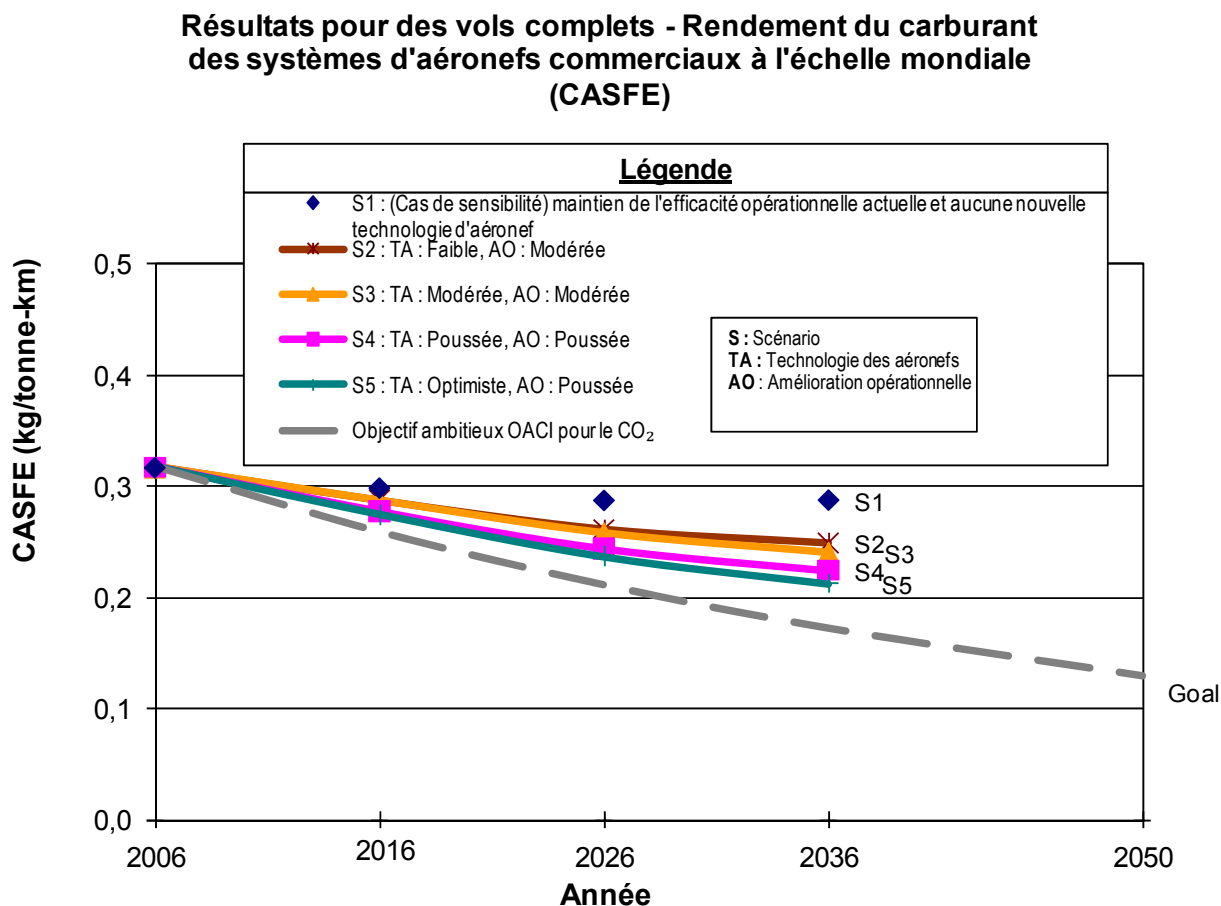
**Figure 5. Pourcentage de la consommation mondiale de carburant vols complets en 2006 attribué au trafic international et au trafic intérieur.**

6.2 En 2036, la consommation totale de carburant va d'environ 461 Mt (scénario 5) à environ 541 Mt (scénario 2). Ces résultats sont présentés en termes de consommation de carburant et non de GES. Si l'on ne tient pas compte des incidences des carburants alternatifs, partant de l'hypothèse que 3,16 kg de CO<sub>2</sub> sont produits pour chaque kg de carburant consommé, on obtient pour 2006 une valeur de référence de 591 Mt de CO<sub>2</sub>, s'élevant à une valeur allant de 1 450 à 1 710 Mt de CO<sub>2</sub> en 2036.

6.3 La valeur de référence de 187 Mt en 2006 tient seulement compte de la consommation de carburant des principaux moteurs d'aéronefs effectuant des vols IFR. Elle ne tient pas compte de la consommation de carburant des groupes auxiliaires de puissance, des opérations liées à l'aviation (par exemple l'équipement de soutien sol) ou des vols selon les règles de vol à vue (VFR). Les vols non réguliers dans les régions pour lesquelles on ne dispose pas de données radars n'ont pas non plus été pris

en compte. La consommation de carburant des opérations liées à l'aviation, des vols VFR et des vols non réguliers peut s'élever pour l'ensemble à environ 10 à 12 % de consommation supplémentaire.

6.4 La Figure 6 illustre les résultats CASFE à l'échelle mondiale pour les années 2006, 2016, 2026 et 2036. La valeur de référence de 2006 est de 0,32 kg/tonne-km. En 2036, la CASFE mondiale va d'environ 0,25 (scénario 2) à environ 0,21 (scénario 5). Les valeurs CASFE plus basses correspondent à des opérations plus efficaces. Également illustrée dans la Figure 6 au moyen d'une ligne en pointillé, on trouve une approximation des incidences de l'objectif ambitieux de l'OACI pour le CO<sub>2</sub>.



Note: Valeurs CASFE inférieures = opérations plus efficaces

**Figure 6. Résultats pour des vols complets — Rendement du carburant dans les systèmes d'aéronefs commerciaux (CASFE).**

## 7. CONCLUSIONS

7.1 L'harmonisation des hypothèses et l'utilisation de données d'entrée communes pour les aéroports, les flottes et les opérations, concernant l'ensemble des trois domaines de modélisation (bruit, QAL et GES) ont donné à l'OACI, pour la première fois, la capacité d'étudier les rapports entre ces trois domaines.

7.2 Se fondant sur les prévisions centrales sans contraintes du CAEP, le trafic de passagers devrait augmenter, en moyenne, au rythme de 4,8 % par année entre 2006 et 2036. Au cours de cette



même période, la population mondiale exposée à un bruit supérieur à 55 DNL devrait augmenter d'une valeur allant de 0,7 à 1,6 %, les émissions de NOx des aéronefs au-dessous de 3 000 pieds devraient augmenter d'une valeur allant de 2,4 à 3,5 %, et la consommation de carburant des aéronefs devrait augmenter d'une valeur allant de 3,0 à 3,5 % par année.

7.3 Les normes environnementales établies par l'OACI et les investissements en technologie et en procédures opérationnelles améliorées permettent au bilan de l'aviation en matière de bruit, de QAL et de GES de croître à un rythme inférieur à la demande de voyages par voie aérienne.

7.4 En ce qui concerne les émissions de CO<sub>2</sub>, bien que fondé sur chaque vol pris isolément, le rendement devrait continuer à s'améliorer, mais il pourrait y avoir un « hiatus » en matière d'émissions en termes absolus par rapport à 2006 ou avant, lequel nécessiterait une certaine forme d'intervention pour préserver la durabilité.

— FIN —