



**NOTE DE TRAVAIL**

**GROUPE SUR L'AVIATION INTERNATIONALE ET LES  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES (GIACC)**

**QUATRIÈME RÉUNION**

**Montréal, 25 – 27 mai 2009**

**Point 3 : Comptes rendus et éléments de politique élaborés par les groupes de travail**

**RAPPORT D'AVANCEMENT DU GROUPE DE TRAVAIL  
SUR L'ÉLABORATION DES OBJECTIFS**

(Note présentée par Le Président du Groupe de travail)

**1. HISTORIQUE**

1.1 Entre GIACC/2 et GIACC/3, le Groupe de travail 1 (WG 1) a identifié des questions fondamentales que le GIACC devrait examiner à sa troisième réunion. Élément capital, le groupe a recommandé deux objectifs à court terme concernant le rendement du carburant : 1) un objectif mondial de rendement du carburant d'ici 2012 (par exemple, xx litres de carburant par 100 TKP) et 2) un taux d'amélioration annuel du rendement du carburant entre 1990 et 2012 de x % par année. Lors de l'examen des données de l'OACI, de l'OAG et de l'industrie, le WG 1 a noté une fourchette d'amélioration annuelle du rendement du carburant d'ici 2012 allant de 1,7% à 2,1 % par année. GIACC/3 s'est entendu à titre indicatif sur un objectif à court terme de rendement du carburant assurant une amélioration de 2 % par année, avec la possibilité de revoir cette valeur en se fondant sur de plus amples renseignements.

1.2 Le WG 1 a reconnu qu'il y avait certaines difficultés à établir des objectifs à moyen et à long terme. Il a indiqué que les échéances devraient être de façon générale celles qui ont été adoptées par la CCNUCC (à savoir 2020 pour le moyen terme et 2050 pour le long terme), bien qu'il ait noté qu'un État propose 2025 pour le moyen terme. Les délibérations sur l'identification d'objectifs de rendement du carburant à moyen et à long terme se sont concentrées sur la difficulté d'identifier des données crédibles sur lesquelles fonder de tels objectifs. De plus, certains membres ont émis l'avis que des objectifs de plus haute visée devraient être établis, tandis que d'autres estimaient que les objectifs ambitieux devraient être exprimés sous forme de rendement du carburant seulement.

1.3 Le Groupe de travail sur l'élaboration des objectifs (WG 4) a été institué pour poursuivre les efforts du WG 1 et aller au-delà. Dans ses efforts pour élaborer d'éventuels objectifs à moyen et à long terme qui seront examinés par le GIACC, le WG 4 a aussi examiné des renseignements fournis par l'industrie et transmis par GIACC/3. Il convient de se rappeler dès lors que l'industrie a avancé qu'elle pourrait réaliser des améliorations du rendement du carburant qui, par rapport au niveau de 2005, seraient de 15 % en 2012 (soit 2,1 % par année), de 29 % en 2020 (soit 1,9 % par année) et de 50 % d'ici 2050

(soit 1,1 % par année). L'industrie a été invitée à fournir d'autres renseignements au WG 4, mais elle n'en a rien fait.

## 2. MESURES

2.1 L'examen par le groupe des définitions du rendement du carburant et de la mesure du rendement du carburant ajustée pour le contenu en carbone (pour tenir compte des carburants provenant de sources renouvelables ainsi que des mesures fondées sur le marché) s'est commué en un examen des mesures.

2.2 Concernant **le rendement du carburant**, il y a eu consensus général sur le fait que la formule volume par TKP, élaborée par le WG 1, constitue une bonne mesure initiale. Cependant, certains pays considéraient qu'il fallait que la mesure tienne compte de l'intensité de carbone pour pouvoir déterminer les améliorations de l'efficacité réalisées grâce à l'utilisation de carburants d'aviation de remplacement durables ou aux mesures fondées sur le marché. La mesure du rendement du carburant constituerait un élément de cette mesure plus vaste, qui a été désignée « **Mesure nette d'intensité de CO<sub>2</sub>** » aux fins de notre examen. Les représentants européens ont proposé une formule qui tiendrait compte de ces faits nouveaux.

2.3 Le groupe a examiné des compensations et la mesure dans laquelle la formule d'intensité de carbone pourrait refléter de façon précise les réductions dans d'autres secteurs. De même, certaines préoccupations se sont manifestées concernant la mesure dans laquelle la formule d'intensité de carbone tiendrait compte de la masse par opposition au volume de carburant. Le groupe a noté que le WG 1 avait proposé deux formules de rendement du carburant possibles, chacune utilisant la masse ou le volume. Le groupe a proposé que la formule de rendement du carburant (volume/TKP) soit élargie pour donner une formule plus vaste qui inclurait les kg/volume (densité de carburant), les émissions de CO<sub>2</sub>/kg (facteur carbone) et les réductions MFM/TKP (réductions du carbone grâce aux mesures fondées sur le marché) :

$$\text{« Mesure nette d'intensité de CO}_2 \text{ »} = \overbrace{\left( \frac{Vol_{carb}}{TKP} \right)}^{\text{Mesure de rendement du carburant}} \cdot \overbrace{\left( \frac{Masse_{carb}}{Vol_{carb}} \right)}^{\text{Densité du carburant}} \cdot \overbrace{\left( \frac{Masse_{CO_2}}{Masse_{carb}} \right)}^{\text{Facteur CO}_2} - \overbrace{\left( \frac{\text{Réductions MFM}}{TKP} \right)}^{\text{Mesures fondées sur le marché}}$$

2.4 Le Japon a noté que les objectifs devraient être établis en se fondant sur la formule volume/TKP, tandis qu'en ce qui concerne les carburants de remplacement durables, des facteurs de conversion appropriés devraient être élaborés (voir le paragraphe 29 du rapport du WG 1) et que les termes complexes tels que densité de carburant devraient être évités.

2.5 Il y a eu aussi des délibérations concernant l'idée d'établir chaque objectif de rendement en termes de volume fixe de carburant par kilomètre payant (*Vol/100 TKP*) à chacune des diverses dates finales fixées pour les objectifs (à savoir 2020/2025 et 2050), comme l'avait suggéré le WG 1 (voir le paragraphe 38 de la note GIACC/3 – WP/2). Cet objectif global serait établi en se fondant sur les réductions en pourcentage qui ont été débattues, telles qu'elles s'appliquent au système de l'aviation internationale. Un objectif ambitieux mondial ayant une valeur absolue présente l'avantage de ce que lorsqu'on le prend dans le contexte de chaque système d'aviation, les divers systèmes pourraient entreprendre diverses mesures pour réaliser l'objectif global. Une valeur absolue peut aussi aider à communiquer un objectif plus concret et plus transparent. Le Japon a noté que si l'on adoptait un objectif de rendement du carburant absolu, il faudrait se fonder sur des données réelles plutôt que sur des informations calculées en se fondant sur certaines hypothèses.

### 3. DÉFINITIONS

3.1 Le groupe a cherché à déterminer comment définir la croissance carboneutre et la neutralité en carbone en se fondant sur une note présentée par l’Australie (voir copie ci-jointe). Le groupe s’est interrogé sur la mesure dans laquelle le secteur aéronautique pourrait réaliser à l’échelle mondiale une croissance carboneutre en utilisant les seules améliorations technologiques et opérationnelles. Au cas où cette solution ne serait pas possible, comme plusieurs membres l’ont laissé entendre, le groupe a examiné l’idée présentée dans la note de définir la réalisation de la croissance carboneutre et de la neutralité en carbone grâce à l’utilisation complémentaire des compensations. En particulier, la note précise que :

« La croissance carboneutre survient lorsque le bilan carbone net de l’industrie aéronautique n’excède pas une valeur de référence établie pour toute année donnée. »

« La neutralité en carbone est réalisée lorsque le bilan carbone net de l’industrie aéronautique est égal à zéro — c’est-à-dire lorsque le bilan carbone brut est entièrement compensé. Le moyen le plus susceptible de permettre la réalisation de cet objectif passerait par l’achat de compensations de CO<sub>2</sub> au moins pour l’avenir prévisible. L’industrie a pour ambition que la neutralité carbone soit réalisée à long terme grâce à l’utilisation de biocarburants. »

3.2 Il a été reconnu qu’il est préférable d’utiliser les « émissions de CO<sub>2</sub> » plutôt que le « bilan carbone » pour éviter les quiproquos et qu’un examen plus approfondi s’impose, mais que ces formules seront utiles pour les délibérations ultérieures du groupe.

### 4. CHOISIR UNE ANNÉE DE RÉFÉRENCE

4.1 Les délibérations de la réunion qu’a tenue le Groupe de travail 4 étaient fondées sur les réponses à une série de questions de base présentées à chacun des participants (voir copie ci-jointe). Ces questions visaient à comprendre le raisonnement de chaque État concernant une possible année de référence, d’éventuels objectifs ambitieux sous forme de rendement du carburant à court, moyen et long terme, et les possibilités que les objectifs ambitieux traduisent une plus haute visée.

4.2 Concernant le choix d’une année de référence pour le moyen et le long terme, il y a deux propositions, 2000 et 2005. Certains pays ont proposé que les références soient établies dans l’avenir, ce qui a suscité des préoccupations de la part d’autres pays, à savoir que ce serait là une indication qui pourrait éventuellement encourager une production supérieure d’émissions. Des renseignements ont aussi été demandés pour mieux comprendre la situation des émissions en 2000 par rapport à 2005, aux échelles mondiale et régionale (voir le tableau ci-joint fourni par le Secrétariat de l’OACI). Le groupe a aussi noté que les échéances pour les objectifs devraient cadrer de façon générale avec celles de la CCNUCC.

### 5. OBJECTIFS DE RENDEMENT DU CARBURANT

5.1 Le groupe est convenu que tous les objectifs, y compris les objectifs de rendement du carburant, seraient établis au niveau mondial, non contraignants et applicables seulement à l’aviation internationale, sans responsabilité ni obligation de mesures devant être prises par un quelconque État contractant de l’OACI. Les États peuvent choisir de tenter de réaliser ces objectifs à certaines cadences qui leur donnent suffisamment de latitude pour assurer le développement de leurs industries aéronautiques, en tenant compte de leurs circonstances et capacités nationales diverses. La Chine a souligné qu’il est essentiel que les nations développées jouent un rôle de premier plan dans la poursuite de

ces objectifs. De plus, la Chine et le Brésil ont insisté sur le fait qu'il est important que les États développés aident les États en développement à bâtir leur capacité d'améliorer le rendement du carburant afin de contribuer à ces objectifs mondiaux.

5.2 **Court terme** — Suite aux délibérations de GIACC/3 et en l'absence de nouveaux renseignements, le groupe est convenu d'une amélioration annuelle de 2 % du rendement du carburant jusqu'à 2012, fondée sur les tendances générales.

5.3 **Moyen terme** — Les délibérations du groupe se sont concentrées sur une fourchette d'options allant de 2 % à 2,5 % d'amélioration annuelle entre 2013 et 2020 ou 2025. Bien que la plupart des participants aient suggéré 2020 comme année cible pour le moyen terme, les États-Unis ont proposé 2025 car cela donne plus de temps pour des visées supérieures, notamment pour que les procédures ATM et la technologie aient un impact. On s'est demandé si l'objectif de 2,5 % était trop ambitieux. Plusieurs États ont insisté sur la nécessité de faire en sorte que l'objectif à moyen terme soit le plus réalisable possible. Les États-Unis ont noté le caractère ambitieux du cadre devant être proposé par le GIACC, qui par définition doit aller au-delà de ce qui est possible aujourd'hui, être encore plus ambitieux et placer haut la barre pour encourager innovations et investissements.

5.4 **Long terme** — La fourchette d'options va de 2 % à 3 % d'amélioration annuelle entre 2021 ou 2026 et 2050. Des préoccupations ont été formulées concernant la certitude de prédire des améliorations possibles du rendement du carburant si loin dans l'avenir. Un État a indiqué qu'une déclaration politique présentant des scénarios possibles pourrait constituer une approche plus appropriée. Les délibérations ont tourné autour de l'idée de savoir si 3 % était trop ambitieux. Les États-Unis ont proposé de présenter une note pour expliquer leur soutien à un objectif ambitieux de 2,5 à 3 % d'amélioration annuelle d'ici 2050 (voir pièce jointe).

## 6. DES OBJECTIFS MARQUANT UNE AMBITION PLUS ÉLEVÉE

6.1 Il a été reconnu que la seule amélioration du rendement du carburant ne conduirait pas le secteur à une croissance carboneutre à l'échelle mondiale et que l'on pourrait avoir besoin de mesures supplémentaires, au-delà du rendement du carburant, pour les États qui en font le choix. Le groupe a examiné des objectifs supplémentaires qui pourraient marquer une ambition plus élevée. Pour le moyen terme, les délibérations se sont concentrées sur un objectif de croissance carboneutre. Il a été reconnu de façon générale que la formule d'intensité de carbone constituerait un outil pratique pour indiquer les progrès réalisés dans la réalisation de cet objectif.

6.2 En ce qui concerne le long terme, les délibérations se sont concentrées sur les réductions de carbone. La proposition de l'Europe est qu'en 2050, l'aviation devrait maintenir la même part en pourcentage des émissions à l'échelle mondiale que celles qu'elle enregistrait en 1990. De graves préoccupations ont été soulevées et, en l'absence d'autres propositions, de nouvelles délibérations sont nécessaires sur un objectif possible à long terme.

6.3 La notion de « bouquet » ou de fourchette d'objectifs a été examinée. Elle pourrait être utile notamment parce qu'un objectif général pourrait être établi pour tous, et certains pays pourraient aller plus loin, s'ils en ont la capacité, pour marquer leur leadership. Cependant, certaines préoccupations ont été exprimées concernant le fait qu'une fourchette de niveau inférieur serait considérée par les critiques comme autorisant une ambition de niveau inférieur.

6.4 La Chine a introduit l'idée d'émissions per capita dans le contexte de la mesure, mais, après délibérations, certains pays ont indiqué que cette idée pourrait avoir plus de potentiel si elle était présentée comme un seuil pour indiquer qu'un pays devrait chercher à réaliser des objectifs plus ambitieux. Cependant, des préoccupations ont été soulevées et de nouvelles délibérations feraient avancer la compréhension de cette idée.

6.5 Le Brésil et la Chine ont déclaré que les objectifs à moyen et à long terme allant au-delà du rendement du carburant devraient tenir compte des négociations sur le climat en cours au sein de la CCNUCC. Cependant, d'autres pays ont indiqué que cela compliquerait la réalisation par le GIACC de son mandat. De plus amples délibérations sont nécessaires sur des objectifs qui indiqueraient une ambition plus élevée.

## 7. ASSISTANCE AUX PAYS EN DÉVELOPPEMENT

7.1 Le GIACC a longuement examiné l'idée que les États développés devaient aider les États en développement en introduisant des mesures qui leur permettent de contribuer aux objectifs ambitieux mondiaux. Le Groupe de travail 2 a fourni une liste des mesures et principes allant dans ce sens. Bien que n'étant pas du ressort direct du Groupe de travail 4, il a été reconnu de façon continue par les participants que les initiatives d'assistance entre États et le recours aux banques de développement seraient centraux pour une bonne mise en œuvre d'ensemble des recommandations du GIACC.

## 8. RÉSUMÉ DES OBJECTIFS ET CALENDRIERS POSSIBLES

Référence : 2000 ou 2005

### Options pour les objectifs de rendement du carburant

	<b>Objectif : Amélioration du rendement</b>	<b>Année(s) cible(s)</b>	<b>Observations</b>
<b>Court terme</b>	Amélioration annuelle de 2 %	2012	Prolongation des tendances actuelles.
<b>Moyen terme</b>	2 % - 2,5 % annuellement à compter de 2012 (nécessité de nouvelles délibérations)	2020 ou 2025	Ambitieux. Une approche par fourchette reflétera mieux les chances de réaliser l'objectif et le niveau d'ambition établis par les États pour le système aéronautique. Certaines préoccupations concernant la faisabilité.
<b>Long terme</b>	2 % - 3 % annuellement à compter de 2020 ou 2025 (nécessité de nouvelles délibérations)	2050	Hautement ambitieux. Le haut de la fourchette serait de près de 50 % de plus que l'objectif visé par l'industrie. Incertitude significative concernant la technologie et le niveau d'ambition des États. Certaines préoccupations concernant la faisabilité.

**Options pour les objectifs afin d'indiquer une ambition plus élevée :  
nécessité de nouvelles délibérations**

	<b>Objectif</b>	<b>Échéance</b>	<b>Observations</b>
<b>Moyen terme</b>	Croissance carboneutre	2020 ou 2025	Ambitieux. Pour certains, possible seulement avec des mesures fondées sur le marché. Doit être calculé selon la formule d'intensité nette de carbone. Comme pour les autres objectifs, ambitieux et mondial. Les déclencheurs tels que le calcul per capita pourraient indiquer lorsqu'un État devrait consentir tous ses efforts pour contribuer à l'objectif. Nécessité de nouvelles délibérations.
<b>Long terme</b>	Réduction : Le secteur à l'échelle mondiale représente le même pourcentage d'émissions qu'en 1990	2050	Proposition européenne. Plusieurs préoccupations exprimées. Les délibérations ont reconnu que les options supplémentaires ont besoin d'être élaborées/examinées plus avant.

-----

APPENDIX A  
English only

GIACC Goals Development Group – WG4

**Defining ‘Carbon Neutrality’**

**Summary**

In order to assist the Group in its deliberations on carbon neutrality, the paper puts forward draft definitions of the key terms such as ‘carbon neutral growth’.

Estimations of the costs associated with applying the suggested definitions to international aviation indicate that:

- i) carbon neutral growth, using 1990 as the base year, could be achieved at a cost of about \$5/passenger at a CO<sub>2</sub> cost of \$20/tonne
- ii) carbon neutrality could be achieved at a cost of approximately \$10/passenger at a CO<sub>2</sub> cost of \$20/tonne.

*(Submitted by the Adviser Australia)*

**1 Introduction**

1.1 The terms of reference for the GIACC Goals Development Group require the Group to ‘*Assess the scope for additional goals and statements to indicate a strong ambition for addressing emissions, including in the form of carbon neutrality.*’

1.2 At the present time there appears to be no common understanding on the meaning of the terms ‘*carbon neutral growth*’ and ‘*carbon neutrality*’. Agreement on the definition of these two terms is clearly a prerequisite for assessing the scope for using these concepts within ICAO.

1.3 In the absence of an agreement on the definition of the terms it has not yet been possible to inject into the GIACC process estimations of the magnitude of the costs of adopting carbon neutrality concepts.

1.4 This paper proposes, for discussion purposes, draft definitions of the terms ‘*gross carbon footprint*’, ‘*net carbon footprint*’, ‘*carbon neutral growth*’ and ‘*carbon neutrality*’ and provides estimates of the magnitude of the average costs if carbon neutral concepts, based on these definitions, were adopted as goals for international aviation.

**2 Draft Definitions**

**2.1 Gross Carbon Footprint**

2.1.1 In this context **Gross** carbon footprint means the actual CO<sub>2</sub> emissions generated by international aviation in one year.

2.1.2 The magnitude of growth in international aviation’s **Gross** carbon footprint is determined essentially by the difference between two factors

- *Growth* – the rate of growth in demand for international aviation
- *Technology* – the rate at which fuel efficiency measures can be adopted by the aviation industry.

2.1.3 Since 1990, Growth has outstripped Technology at a rate of about 3% per year – that is, the **Gross** carbon footprint of international aviation is growing at about 3% per year.

## 2.2 *Net Carbon Footprint*

2.2.1 In circumstances where Technology cannot keep pace with Growth, the magnitude of aviation's **Net** carbon footprint can be managed through the purchase of offsets using some form of economic instrument.

2.2.2 The relationship between **Net** and **Gross** carbon footprint can be expressed in the following expression:

**Net CO<sub>2</sub> emissions** = (**Gross CO<sub>2</sub> emissions**) – (CO<sub>2</sub> emissions purchased through offsets).

## 2.3 *Carbon Neutral Growth*

2.3.1 Carbon neutral growth occurs when the **Net** carbon footprint of the aviation industry does not exceed a chosen baseline value in any given year.

2.3.2 In circumstances where Technology is able to match or outstrip Growth, carbon neutral growth is achieved without the purchase of offsets. When growth in demand exceeds gains in efficiency there is a 'CO<sub>2</sub> gap'; in these circumstances carbon neutrality can be achieved by purchasing CO<sub>2</sub> offsets equal in magnitude to the 'CO<sub>2</sub> gap'.

2.3.3 A carbon neutral growth strategy is usually implemented by selecting a baseline year and then ensuring that the net annual emissions do not exceed the baseline during any future year. Based on experience over the past two decades, the industry will generally, but not always, need to purchase CO<sub>2</sub> offsets in order to achieve carbon neutral growth.

## 2.4 *Carbon Neutrality*

2.4.1 Carbon neutrality is achieved when the **Net** carbon footprint of the aviation industry equals zero – that is, when the **Gross** carbon footprint is fully offset. The most likely route to this goal would be through the purchase of CO<sub>2</sub> offsets at least for the foreseeable future. An industry ambition is that carbon neutrality be achieved in the long term through the use of biofuels.

## 2.5 *Explanatory Diagram*

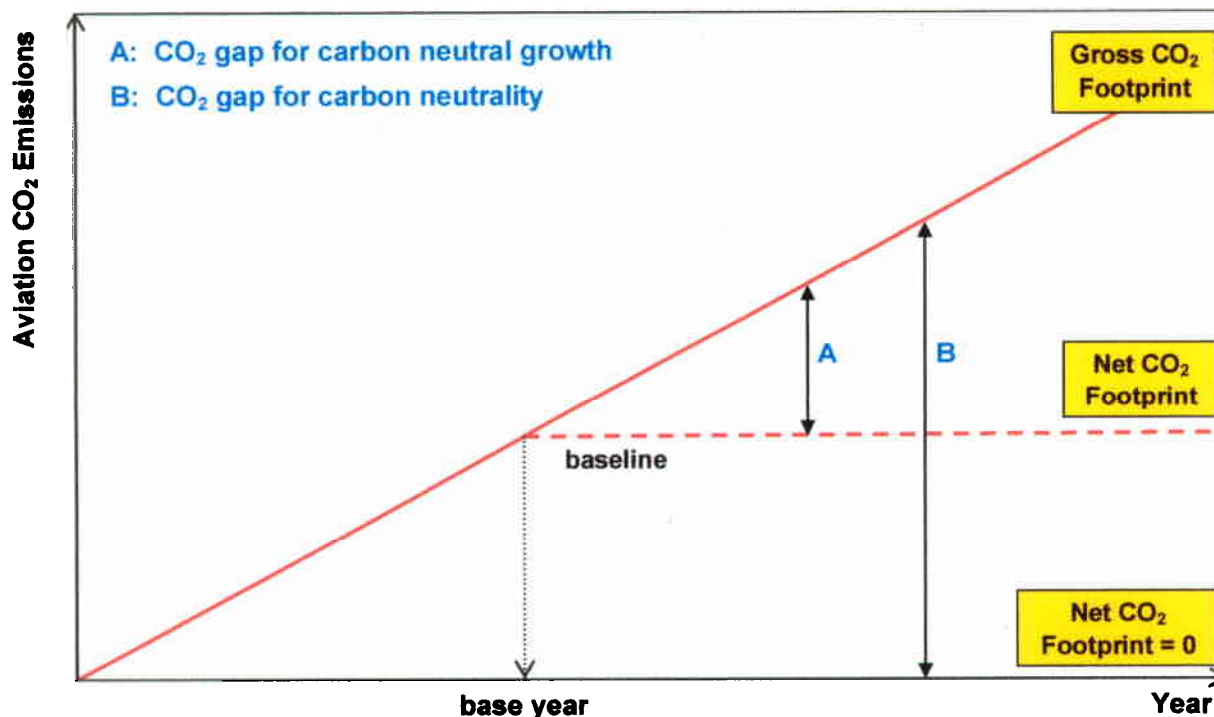
2.5.1 The concepts described in sections 2.1 to 2.4 are illustrated in Figure 1.

## 3 **Implementation Hierarchy**

3.1 If a goal incorporating carbon neutral concepts is to be adopted it is fundamental that the following implementation hierarchy underpin the goal:

- i) priority be given to minimising the **Gross** carbon footprint of aviation through technology
- ii) CO<sub>2</sub> offsets be purchased to bridge any 'CO<sub>2</sub>' gap when technology gains fail to keep pace with growth in demand.



**Figure 1: Illustration of carbon neutral growth and carbon neutrality**

#### 4 Estimation of Costs

4.1 This section provides indicative estimations of system wide costs for 'carbon neutral growth' and 'carbon neutrality' for international aviation based on fuel use and passenger data sourced from ICAO.<sup>1</sup> Three scenario costs for carbon (\$20, \$40 & \$100 per tonne of CO<sub>2</sub>) are used to show illustrative costs. The costs shown in the graphs are global averages based on \$/passenger – on short routes the costs will be less than the average while on long haul routes the costs will be significantly higher. In a similar manner, there may be significant variations in the costs between different global regions.

##### 4.2 Carbon Neutral Growth – 1990 baseline

4.2.1 Figure 2 indicates that if a carbon neutral growth policy were adopted using 1990 as the base year costs would currently be of the order of \$5/passenger at a CO<sub>2</sub> cost of \$20/tonne. This cost per passenger has remained relatively stable throughout this decade.

##### 4.3 Carbon Neutral Growth – 2000 baseline

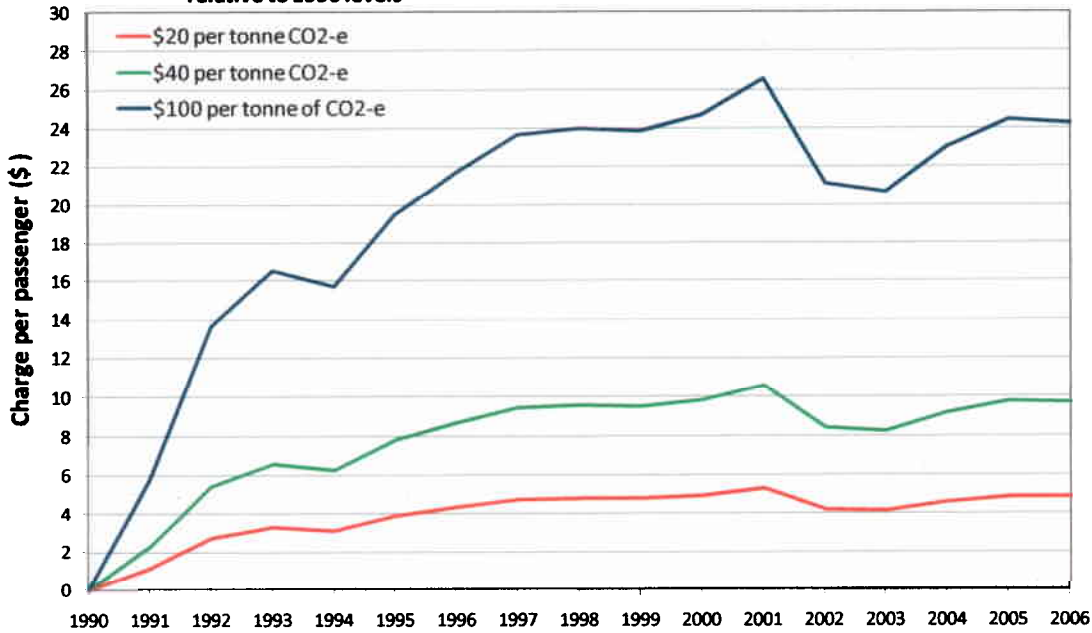
4.3.1 Figure 3 indicates that if a carbon neutral growth policy were adopted using 2000 as the base year, costs would currently be of the order of \$1/passenger at a CO<sub>2</sub> cost of \$20/tonne. It can be seen that for the years 2002 and 2003 carbon neutral growth would have been achieved without the need to purchase any CO<sub>2</sub> offsets.

<sup>1</sup> The annual weight of CO<sub>2</sub> emissions has been calculated by multiplying the annual tonnage of aviation fuel used in international aviation by a factor of 3.16. This has been reduced to a per passenger basis using annual global international aviation passenger numbers. The fuel consumption data was provided by ICAO's *Economic Analyses and Databases Section, Air Transport Bureau*, while passenger data is from ICAO's *Annual Report of the Council*, various years (<http://www.icao.int/annualreports>).

4.4 Carbon Neutrality

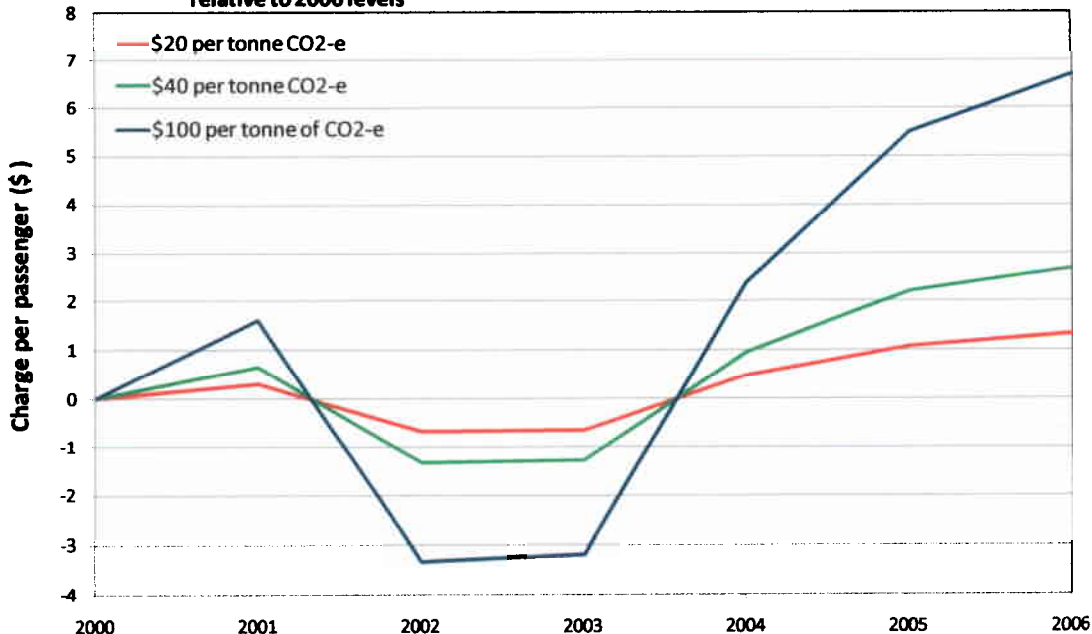
- i) 4.4.1 Figure 4 shows the annual costs of achieving carbon neutrality for international aviation since 1990. It can be seen that the magnitude of this cost has been steadily declining as efficiency gains have been achieved. Carbon neutrality could be achieved at a cost of approximately \$10/passenger at a CO<sub>2</sub> cost of \$20/tonne.

Figure 2: Carbon neutral growth cost per passenger for global international airline scheduled services relative to 1990 levels

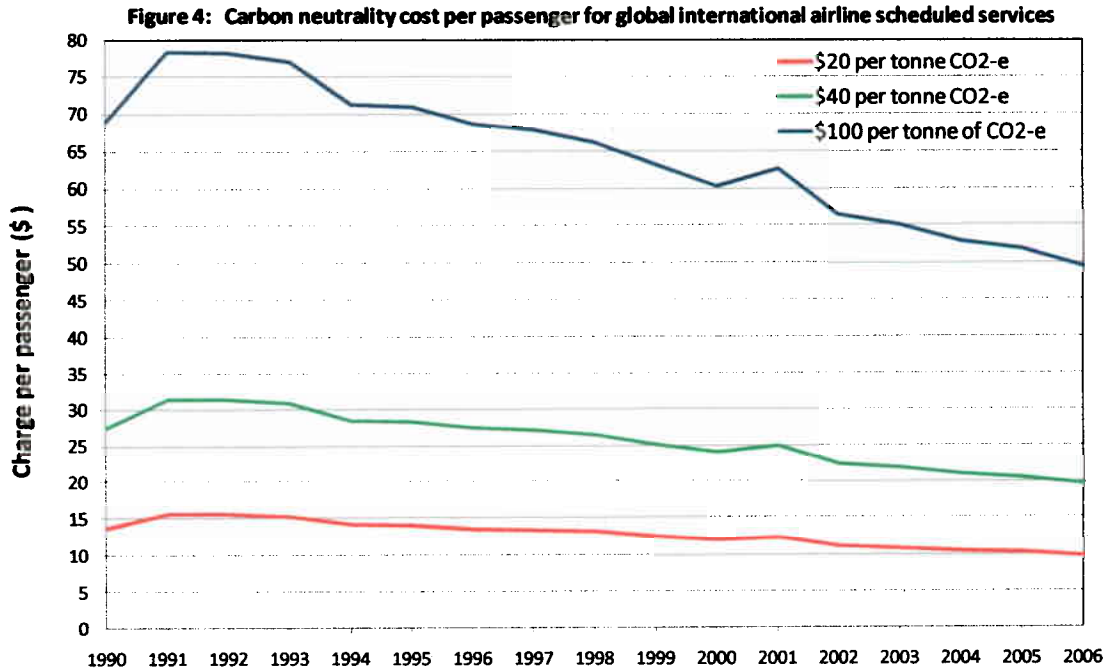


Source: Emissions were calculated using ICAO fuel consumption estimates of global international scheduled services based on OAG data, Economic Analyses and Databases Section, Air Transport Bureau, ICAO. Passenger data is from ICAO, *Annual Report of the Council*, various years (<http://www.icao.int/annualreports>).

Figure 3: Carbon neutral growth cost per passenger for global international airline scheduled services relative to 2000 levels



Source: Emissions were calculated using ICAO fuel consumption estimates of global international scheduled services based on OAG data, Economic Analyses and Databases Section, Air Transport Bureau, ICAO. Passenger data is from ICAO, *Annual Report of the Council*, various years (<http://www.icao.int/annualreports>).



Source: Emissions were calculated using ICAO fuel consumption estimates of global international scheduled services based on OAG data, Economic Analyses and Databases Section, Air Transport Bureau, ICAO. Passenger data is from ICAO, *Annual Report of the Council*, various years (<http://www.icao.int/annualreports>).

## 5 Recommendation

### 5.1 For discussion.

-----

**APPENDIX B**  
**English only**

**“Guiding Questions” for Working Group 4 – Goals Development**  
**March 25, 2009**

**Terms of Reference**

1. For the short term global aspirational goal for fuel efficiency, review available data to determine whether the 2% per year indicative figure supported at GIACC/3 is the most appropriate.
2. Progress the development of possible medium and long-term global aspirational goals based upon fuel efficiency in consultation with CAEP and on consideration of available data on industry trends and relevant forecasts.
3. Assess the scope to develop a global aspirational goal for carbon neutrality having regard to fuel efficiency trends and time frames. **[Alternative language to be clarified by the Secretariat: Assess the scope for additional goals and statements to indicate a strong ambition for addressing emissions, including in the form of carbon neutrality.]**
4. Review other goals provided by industry and others with respect to level of ambition for addressing emissions from international aviation.
5. Deliver a report to GIACC/4 with options and supporting information.

**Definitions**

Global aspirational goal: A non-binding goal, applicable only to international aviation, with no responsibility or obligation for action attributable to any individual ICAO Contracting State.

Fuel efficiency metric: Liters (gallons) of fuel consumed / Revenue Ton Kilometers (miles) with provision made to modify in future based on carbon content of fuel. \*

Timelines:\* Short-term: 2012  
 Medium-term: No agreement  
 Long-term: 2050

Carbon neutral: Carbon neutral means that the growth of carbon dioxide from aviation fuel burn will not exceed a base year level regardless of the increase in level of operations.

---

\* Terms generally accepted at the GIACC 3 meeting.

**B-2**

Carbon reduction: Carbon reduction means that the growth of carbon dioxide from aviation fuel burn will be less than the base year level regardless of the increase in level of operations.

**Guiding Questions**

Given the terms of reference, there are a number of key issues on which our group should try to reach agreement. Please bear in mind the progress we made in discussions of a way forward from GIACC/3 on concerns raised by developing nations as you address concerns and rationales. The questions include:

1. Based on information available, is a 2% annual improvement in fuel efficiency an appropriate short-term goal through 2012?
2. Based on your review of CAEP, industry and other information on medium and long-term fuel efficiency gains, would you recommend more ambitious global aspirational goals in the medium and long term than those provided by industry?
3. For a fuel efficiency target for the medium term global aspirational goal, what date and what target rate would you suggest?
4. For a fuel efficiency target for the long-term global aspirational goal, what date and what target rate would you suggest?
5. What scope do you see for achieving carbon neutral growth as a medium term goal? What base year and what target year would you suggest?
6. What scope do you see for achieving carbon neutral growth as a long-term goal? What base year and what target year would you suggest?
7. What scope do you see for achieving carbon reduction growth as a medium term goal? What base year and what target year would you suggest?
8. What scope do you see for achieving carbon reduction growth as a long-term goal? What base year and what target year would you suggest?
9. Under what conditions would you agree to a global aspirational goal other than fuel efficiency?
10. Would you prefer a single point target for medium and long-term aspirational goals or a range?
11. Would you prefer a single baseline year and target year for medium and long-term aspirational goals or a range?

B-3

<b>Goals</b>	<b>Efficiency Target</b>	<b>Timeline</b>	<b>Other Target</b>	<b>Timeline</b>	<b>Comment</b>
Short Term					
Medium Term					
Long Term					

-----

**APPENDIX C**  
**English only**

**Potential Aircraft Fuel Consumption Reduction Aspirational Goals and their Implications to Fuel Consumption Trends**

***Introduction***

Total aviation fuel consumption is a function of the number of aircraft operating in the airspace system, how those aircraft operate, and the fuel consumption technology characteristics of those aircraft and the engines that power them. This paper focuses on understanding potential fuel consumption technology characteristics of future aircraft. Predictions of the numbers of aircraft in the airspace system and how those aircraft will operate are outside the scope of this paper.

To understand the implication of fuel consumption technology characteristics, the paper briefly discusses ICAO and U.S. Government estimates for aviation fuel consumption trends. Fuel consumption can be considered a direct surrogate for CO<sub>2</sub>, a primary Greenhouse Gas (GHG) emission for aviation. Any alternative aviation fuels which can act as a ‘drop-in’ aviation fuel will not significantly impact fuel consumption, though they may lead to GHG reductions when the full life-cycle (including production) is considered.

***ICAO goals***

The Modelling and Databases Task Force (MODTF) of ICAO’s Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP) is the group responsible for modeling of various scenarios to capture future trends in aviation noise, air quality emissions, and GHG emissions.

MODTF recently completed an initial analysis of the trends in global aviation fuel consumption. The analysis assumes a growth in the numbers of operations from the baseline year of 2006 out to 2036 based on the consensus forecast of the CAEP’s Forecasting and Economics Support Group (FESG). The fuel consumption growth is mitigated to varying degrees by the implementation of various technology improvement scenarios, which are discussed in more detail in Appendix A.

From a starting point of about 191 Megatons of total aviation fuel consumed in 2006, MODTF predicts a range of annual fuel consumption in 2036 from a “non-interference” scenario fuel consumption of about 800 Megatons, to an optimistic technology and operational improvement scenario fuel consumption of about 500 Megatons. Alternative fuels were not considered in the MODTF analysis. The most optimistic scenarios required MODTF to assume technology improvement more ambitious than those recommended by the manufacturing industry. The more aggressive scenarios were recommended by government and research entities as a way of bounding the potential improvements and to provide a sensitivity analysis for policy-makers.

***U.S. National fuel consumption reduction technology goals***

The U.S. Government, in the National Plan for Aeronautics Research and Development and Related Infrastructure (National Science and Technology Council, December 2007), has adopted fuel consumption reduction goals for new aircraft. This National Plan has articulated these goals as N+1, N+2, and N+3 technology generations. The “N” refers to the baseline generation level of the aircraft. The associated numbers refer to subsequent technology generations. The U.S. National goals are discussed in more detail below. The National Goals also include ambitious targets for reducing aircraft noise and air quality emissions (primarily Oxides of Nitrogen emissions, NO<sub>x</sub>). There are tradeoffs among the goals, and it may not be possible to achieve all goals simultaneously.

**Technology generation N+1**

The N+1 technology generation represents the next generation of traditional tube-and-wing civil transport airplanes. The expected entry-into-service (EIS) date for this aircraft is the latter part of the next decade. An example of this aircraft would be a Boeing 737 or Airbus A-320 replacement with a significantly improved propulsion system such as an open rotor (currently under study by General Electric) or a Geared Turbofan (GTF) (currently under development by Pratt & Whitney). These propulsion systems have the potential to significantly improve fuel consumption, but, particularly for the open rotor engine, have challenges with regard to the aircraft’s community noise levels. In addition, significant drag reduction on the wing, tail surfaces, and engine nacelles would be required using techniques such as laminar flow control. The goal for aircraft of this generation is to be 33% more fuel efficient than an aircraft with an EIS date of 1998.

**Technology generation N+2**

The N+2 technology generation envisions a step-change from the traditional tube-and-wing aircraft configuration to a more integrate wing and body architecture, such as to a blended-wing-body (BWB). The expected EIS date for this technology generation is 2025. The airframe layout of such an aircraft is not determined, nor is the propulsion system. To achieve the N+2 goals, an integrated airframe and engine would likely be required, as well as advanced propulsion system concepts, extensive drag reduction techniques (such as laminar flow control), and weight reduction through advanced material and structural systems. Such an aircraft might first be used as a cargo carrier if airlines foresee passenger acceptance as an issue. The goal for aircraft of this generation is to be 40% more fuel efficient than the baseline aircraft with an EIS date of 1998.

**Technology generation N+3**

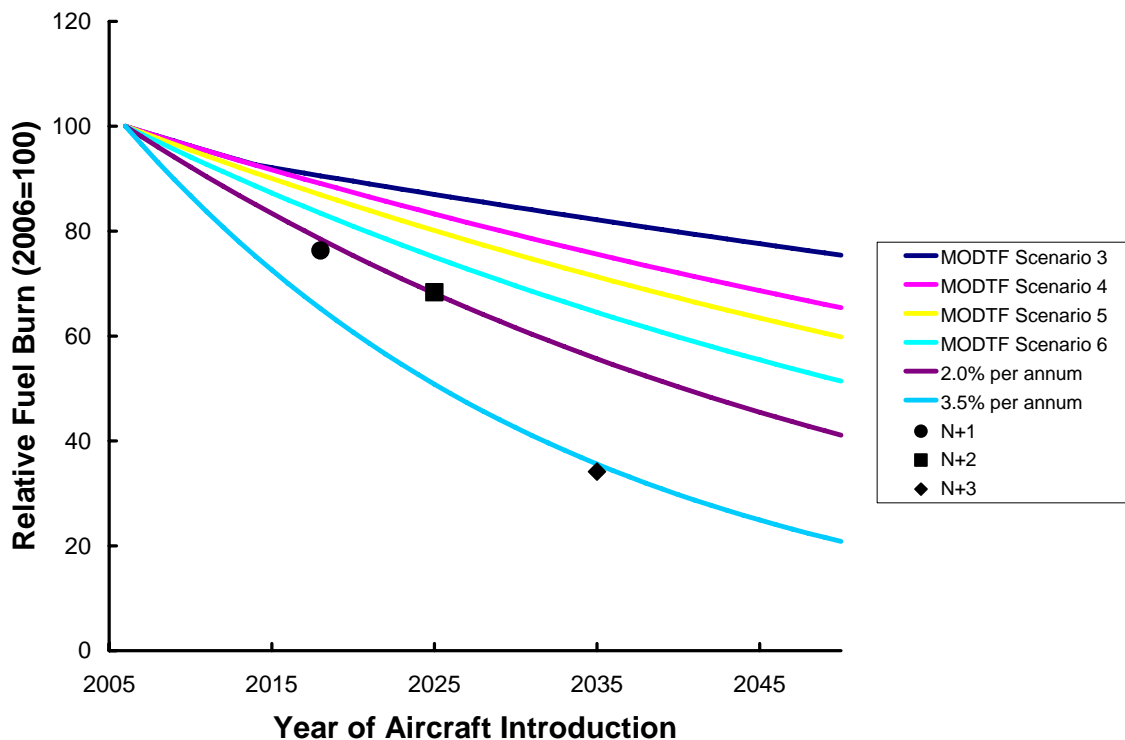
The N+3 aircraft are defined as the next generation after N+2. Any airframe layout or propulsion system architecture is conjectural. The EIS date for this aircraft is 2035. The goal for aircraft of this generation is to be 70% more fuel efficient than the baseline 1998 aircraft.

A comparison between the different MODTF scenarios and the National Plan goals is shown in Figure 1 below. The figure does not include MODTF scenarios 1 and 2 since these involve no



change in the baseline aircraft technology. Note that the MODTF scenarios are defined out to the year 2036 and last National Plan technology introduction date is 2035; Figure 1 assumes the MODTF trends continue until the year 2050.

In the figure, the U.S. National goals have been shifted from the 1998 baseline to the 2006 baseline of the MODTF goals for consistency. The U.S. National goals are adjusted by a 15% improvement in fuel consumption from 1998 to 2006. With this shift in the goals baseline to 2006, the N+1, N+2, and N+3 fuel efficiency improvements are 24%, 32% and 66%, respectively. In addition to the MODTF and the U.S. National goals in Figure 1, a 2% per annum improvement curve is also shown as a very aggressive goal for improvement in per aircraft fuel consumption, and a 3.5% per annum curve is shown to demonstrate the improvement necessary to meet the N+3 goal.



**Figure 1, Comparison of Fuel Consumption Goals based on Aircraft Technology Improvements**

**Summary of MODTF fuel consumption goals analysis**

The MODTF scenarios take into account improvements in both aircraft and in the airspace system in which the aircraft operate. The scenarios range from assuming no aircraft fuel consumption reductions and no airspace operational improvements (scenario 1) to assuming significant aircraft fuel consumption reductions combined with operational improvements in given years (scenario 6). The descriptions of the individual scenarios below are taken directly from the MODTF paper.

**Scenario 1 (Current Aircraft/Operations):** This scenario assumes no improvements in aircraft technology beyond those available today and no improvements from Communication, Navigation, and Surveillance systems for Air Traffic Management (CNS/ATM) investment or from planned initiatives, e.g., those planned in NextGen and SESAR (Single European Sky ATM Research).

**Scenario 2 (CAEP7 Baseline):** This scenario includes the CNS/ATM improvements necessary to maintain current ATM efficiency levels, but does not include any technology improvements beyond those available today.

**Scenario 3 (Low Aircraft Technology and Moderate Operational Improvement):** In addition to including the improvements associated with the migration to the latest CNS/ATM initiatives, e.g., those planned in NextGen and SESAR (Scenario 2), this scenario includes fuel consumption improvements of 0.95 percent per annum for all aircraft entering the fleet after 2006 and prior to 2015, and 0.57 percent per annum for all aircraft entering the fleet beginning in 2015 out to 2036. It also includes additional fleet-wide moderate operational improvements of 0.5, 1.4 and 2.3 percent in 2016, 2026 and 2036, respectively.

**Scenario 4 (Moderate Aircraft Technology and Operational Improvement):** In addition to including the improvements associated with the migration to the latest CNS/ATM initiatives, e.g., those planned in NextGen and SESAR (Scenario 2), this scenario includes fuel consumption improvements of 0.96 percent per annum for all aircraft entering the fleet after 2006 out to 2036, and additional fleet-wide moderate operational improvements of 0.5, 1.4 and 2.3 percent by 2016, 2026 and 2036, respectively.

**Scenario 5 (Advanced Technology and Operational Improvement):** In addition to including the improvements associated with the migration to the latest CNS/ATM initiatives, e.g., those planned in NextGen and SESAR (Scenario 2), this scenario includes fuel consumption improvements of 1.16 percent per annum for all aircraft entering the fleet after 2006 out to 2036, and additional fleet-wide advanced operational improvements of 1.0, 1.6 and 3.0 percent by 2016, 2026 and 2036, respectively.

**Scenario 6 (Optimistic Technology and Operational Improvement):** In addition to including the improvements associated with the migration to the latest CNS/ATM initiatives, e.g., those planned in NextGen and SESAR (Scenario 2), this sensitivity study includes an optimistic fuel consumption improvement of 1.5 percent per annum for all aircraft entering the fleet after 2006 out to 2036, and additional fleet-wide optimistic operational improvements of 3.0, 6.0 and 6.0 percent by 2016, 2026 and 2036, respectively. This scenario goes beyond the improvements based on industry-based recommendations.

The table below summarizes the technology and operational improvements of each of the MODTF scenarios. Note that the Operational Improvement percentages are not on a per annum basis, but rather represent steps along the way to an aspirational goal of a 6% improvement in total system efficiency through operational improvements. The highest rate of increase, 3% to 2016, continuing to a total 6% improvement by 2026, is equal to about a 0.3% improvement per annum. Note no assumption is made of any additional improvement between 2026 and 2036.

**Table 1, MODTF Technology and Operational Improvement Summary**

Scenario	Technology Improvement (per Annum)		Operational Improvement		
	2006-2014	2015-2036	2016	2026	2036
1	None	None	None	None	None
2	None	None	As required	As required	As required
3	0.95%	0.57%	0.5%	1.4%	2.3%
4	0.96%	0.96%	0.5%	1.4%	2.3%
5	1.16%	1.16%	1.0%	1.6%	3.0%
6	1.5%	1.5%	3.0%	6.0%	6.0%

Figure 2 below presents the total aviation system fuel consumption for the various scenarios given above, starting with the 2006 baseline. The FESG forecast growth is implicit in these system totals. The FESG forecast is a function of aircraft operations both within a given region and between regions; because these operations change from year to year, the FESG forecast growth can't be summarized into a single per annum number. However, the general trend for the FESG forecast is approximately 40% growth per decade.

Figure 2 shows the FESG forecast growth in the number of aircraft operating in the global system out-running technology and operational improvements, even in the most optimistic MODTF scenario. Slowing the growth in global fleet fuel consumption would require more aggressive technology and operational improvements than modeled in the MODTF scenarios; such improvements are represented by the U. S. National goals, and could be used by the GIACC as part of the basis for establishing aspirational goals.

**Concluding Observations**

Combining air traffic management improvements and aircraft technology enhancements one arrives at a forecast of about 1.8% per year improvement in fuel efficiency for the forecast period through 2036. The Group on International Aviation and Climate Change (GIACC) is trying to set “aspirational” global goals for the international aviation sector. The aviation sector might aspire to 2.5 to 3 per cent fuel efficiency improvement annually under a set of assumptions. First, it would require a large commitment of resources by government and industry to accelerate the research and development of both N+2 and N+3 technologies. Second, it would need meaningful investment by both air navigation service providers and airlines to develop and implement operational improvements in air traffic management to produce continued gains after 2026. Finally, it would require very aggressive implementation of new technology into aircraft fleets and the very large investment that this path would involve. It should be clear that reaching such improved fuel efficiency levels would be a substantial stretch. Not only would such goals require much higher levels of investment by governments and industry than currently planned, but there are considerably greater inherent risks in maturing and implementing the technology concepts upon which these ambitious predictions are predicated.

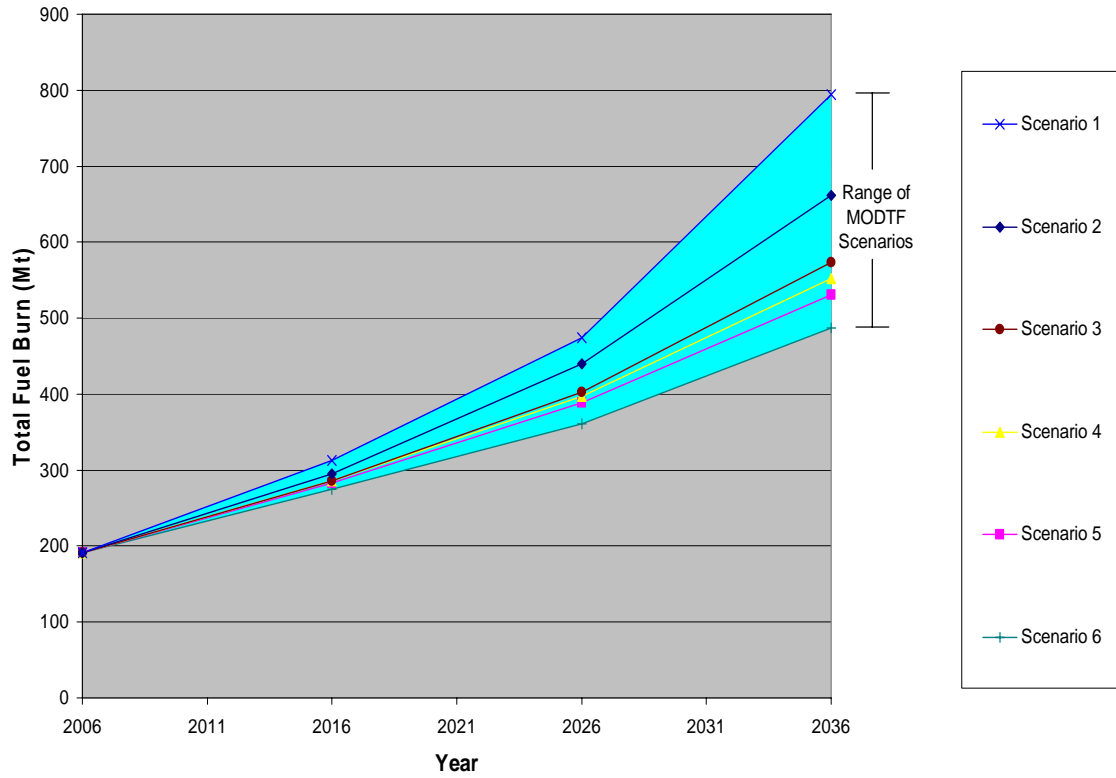


Figure 2, MODTF projections of Global Aviation Fuel Consumption

-----

**Appendix D**  
**English only**

**Traffic by region of air carrier registration**

**International scheduled and non-scheduled traffic of scheduled airlines of ICAO Contracting States**

**Tonne-km performed**  
**Total (thousand)**

Region	1990	1995	2000	2005
Africa	4,678,621	5,372,000	7,860,173	9,862,179
Asia/Pacific	37,797,021	63,243,000	87,952,232	105,989,874
Europe	52,841,427	75,347,000	126,400,679	143,710,980
Latin America/Caribbean	7,628,140	10,216,000	12,433,813	13,544,022
Middle East	6,169,230	9,354,000	12,902,501	23,838,934
North America	31,725,006	38,956,000	57,758,282	69,923,638
World	140,839,445	202,488,000	305,307,680	366,869,627

- END -