

# Les carburants de remplacement, l'aviation et l'environnement

Présenté à : Atelier OACI / Transports Canada sur les mesures d'exploitation en aéronautique relatives à la réduction de la consommation de carburant et des émissions

Par : Dr. Lourdes Maurice,  
Chef, conseillère technique et scientifique  
Office of Environment & Energy de la FAA

Date : 20 septembre 2006



Federal Aviation  
Administration



- ***Les questions et les incitatifs***
- **Les fondements des carburants de remplacement**
- **Raisons pour être prudent et optimiste**
- **La voie à suivre**
- **Observations de clôture**

# Questions environnementales

**The Environmental  
Top Five**



**1. Energy**



**2. Climate Change**



**3. Toxics**



**4. PM**



**5. SIPs**

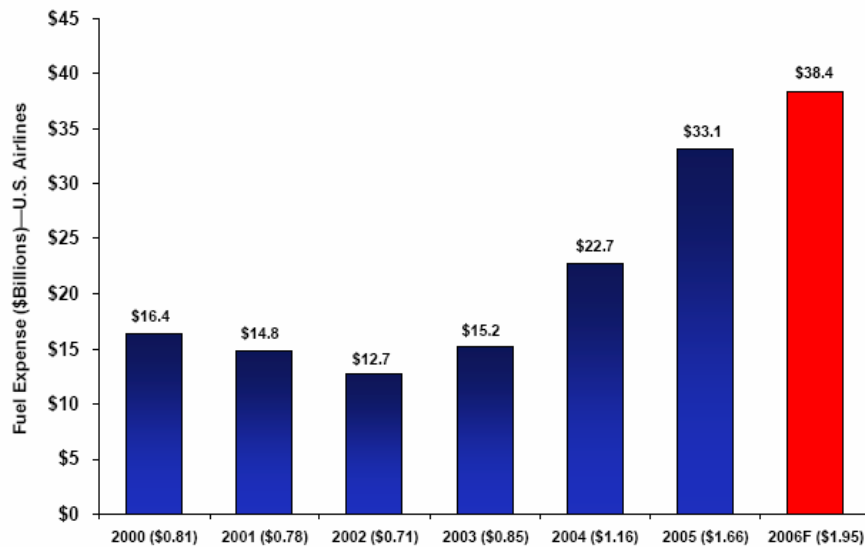
**From An Air Quality Perspective**  
by Steve Ramsey

## L'énergie en tête de liste

- Augmentation de la demande
- Interruptions des approvisionnements
- Instabilité géopolitique
- Réglementation gouvernementale visant à accroître les carburants « locaux »
- Pression environnementales
- Menace terroriste
- Avantage financier

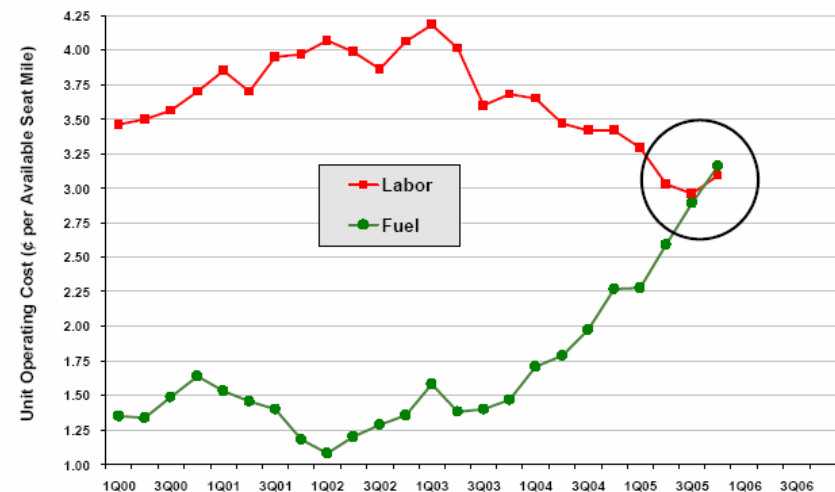
# Incitatifs : augmentation des coûts du carburant

*L'engagement de l'aviation civile envers les carburants de remplacement découle de la crise économique subie par l'industrie aéronautique.....*



Sources: Air Transport Association, Energy Information Administration, Department of Transportation

© ATA Aug-06 -- 15

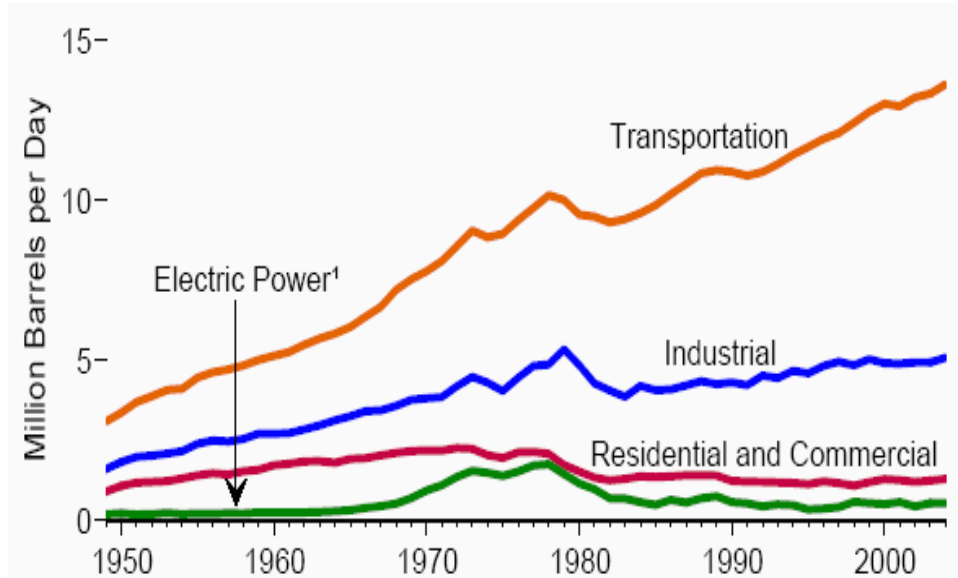


Source: Air Transport Association passenger airline cost index

© ATA Aug-06 -- 16

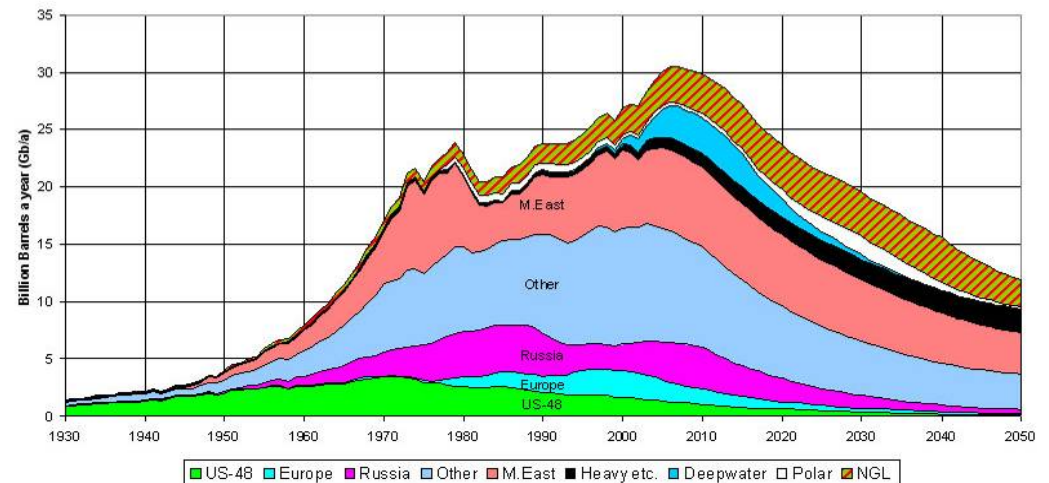
**L'augmentation des dépenses relatives au carburant vient contre les efforts de restructuration de la main-d'œuvre.**

# Incitatifs : Dépendance du transport envers le pétrole

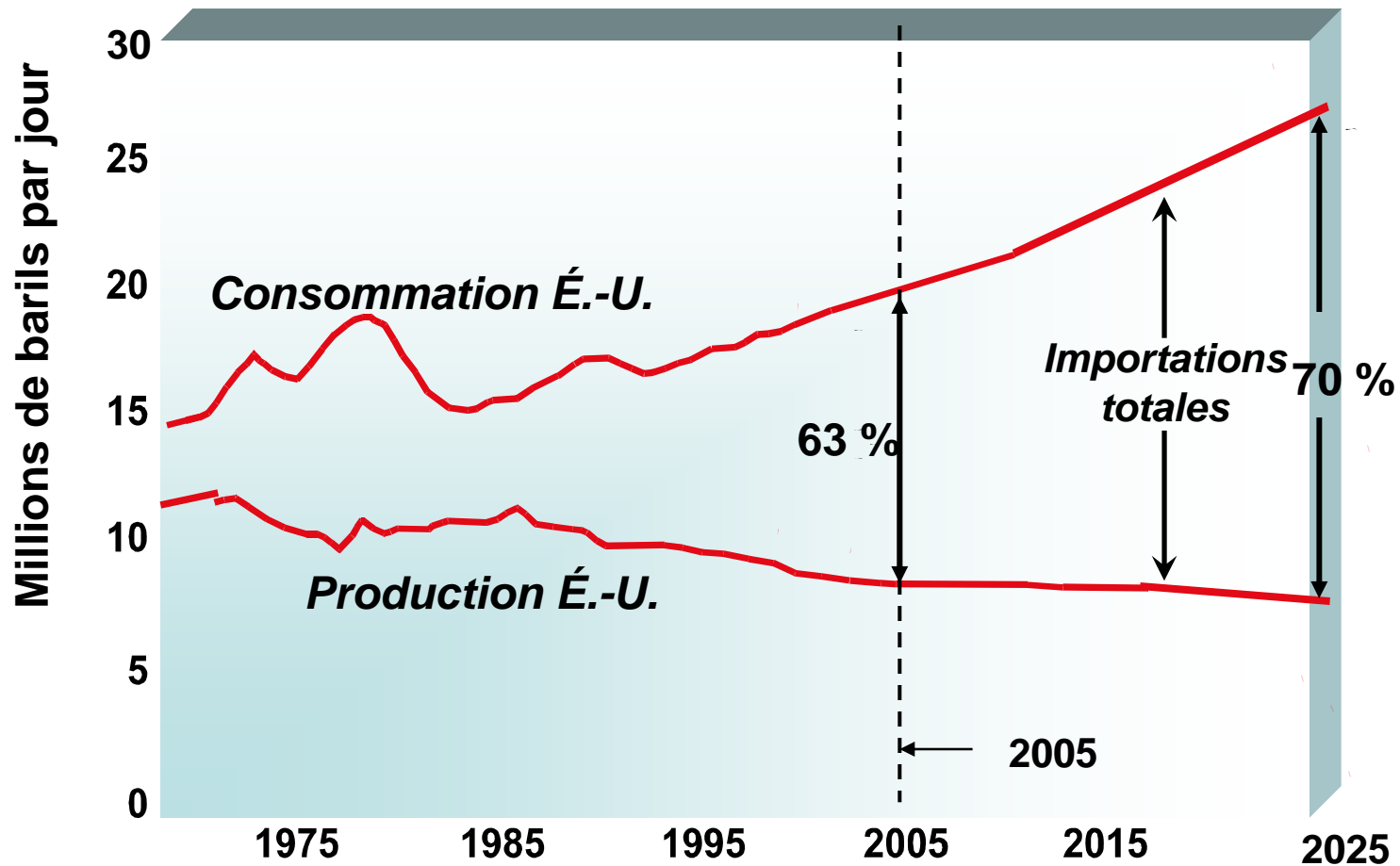


Le transport dépend encore surtout du pétrole...

...alors que certains prédisent que nous atteindrons bientôt un sommet dans la capacité d'approvisionnement en pétrole.



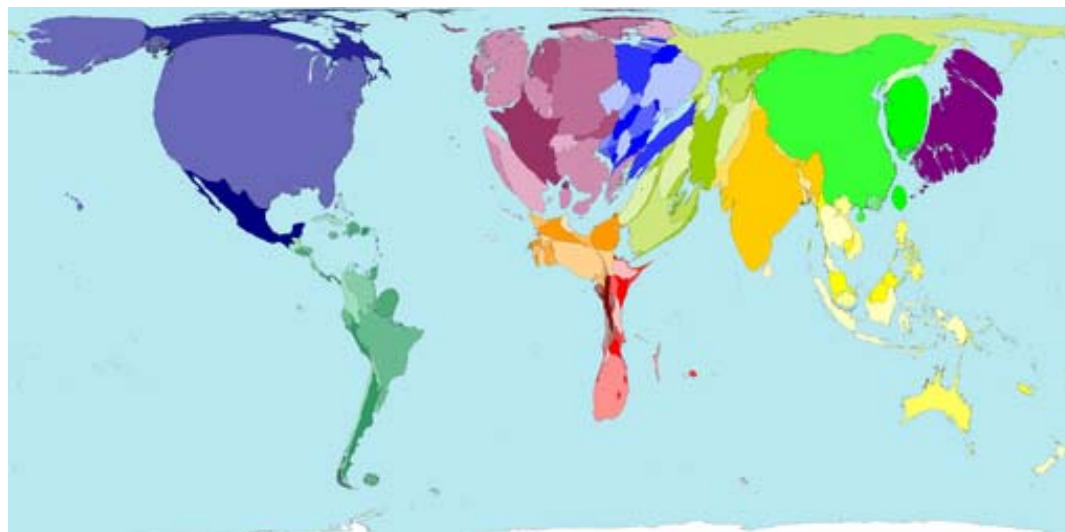
# Incitatifs : Modification de l'utilisation du pétrole brut



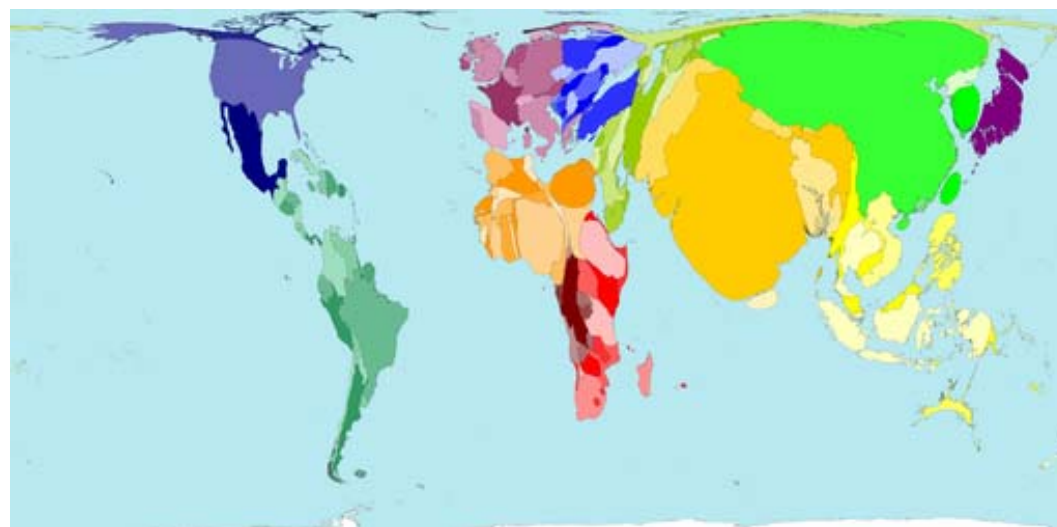
Source: EIA (AEO 2004); Reference Case Scenario [Courtesy John Winslow-DoE]

# Incitatifs : Augmentation de la demande en carburant

Consommation  
de carburant

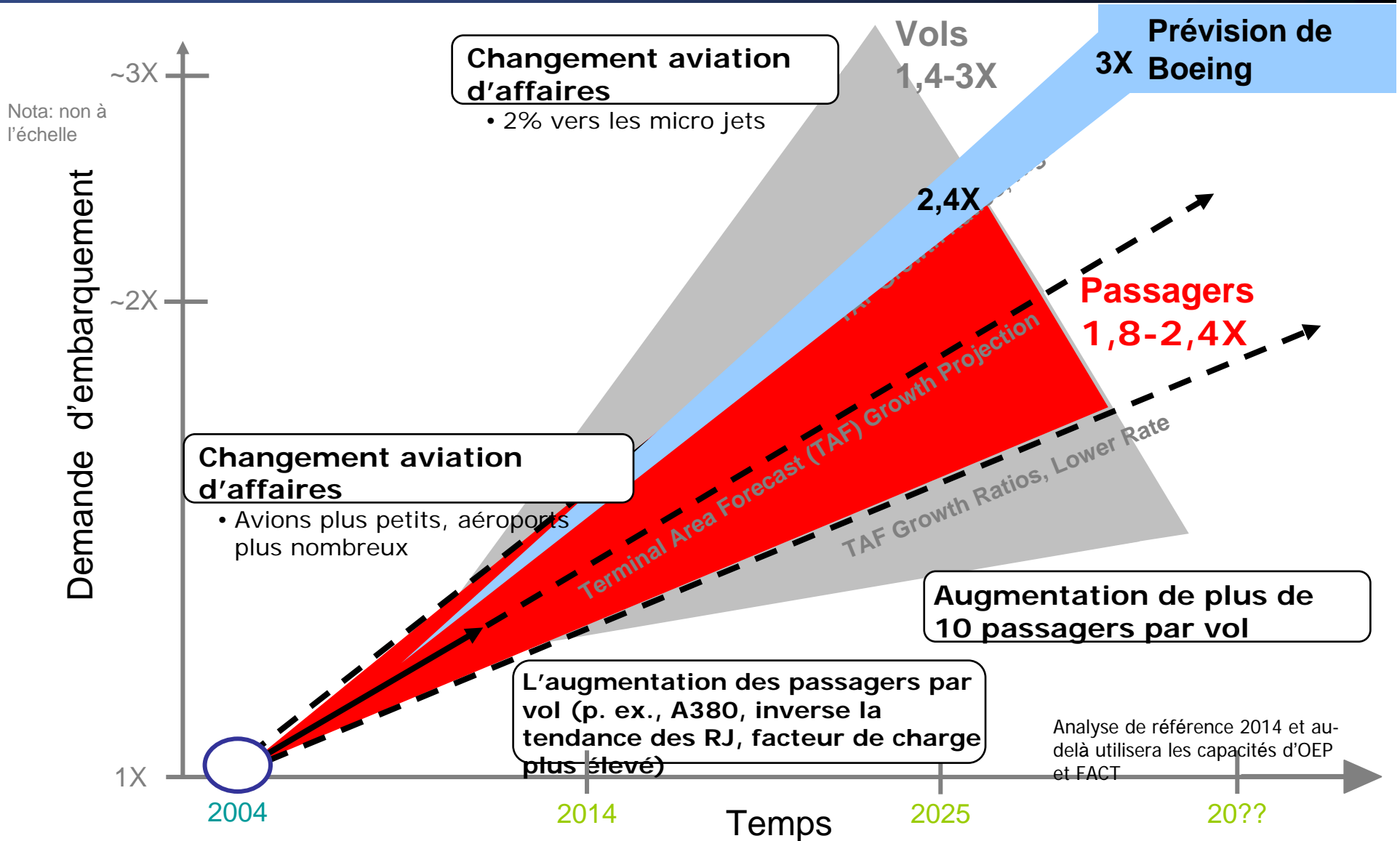


Population  
mondiale



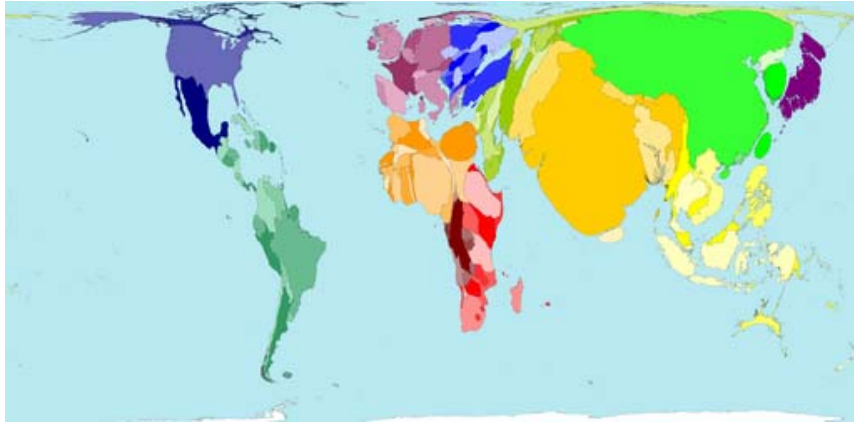
De : Worldmapper, The University of Sheffield

# Incitatifs : Augmentation de la demande pour l'aviation

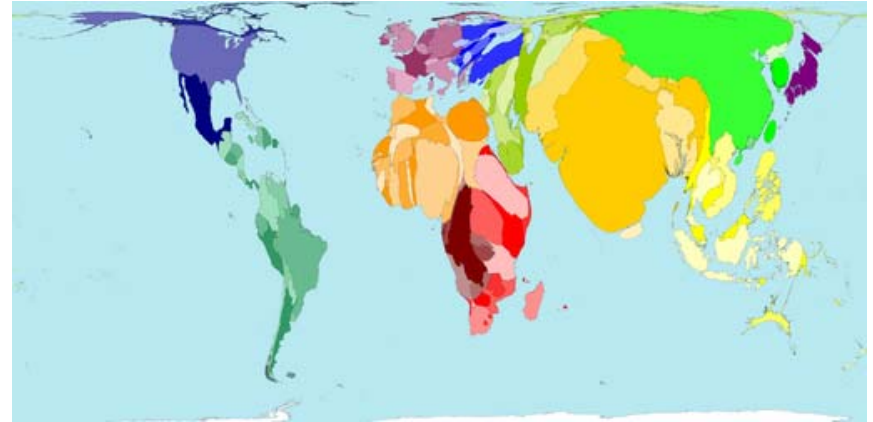




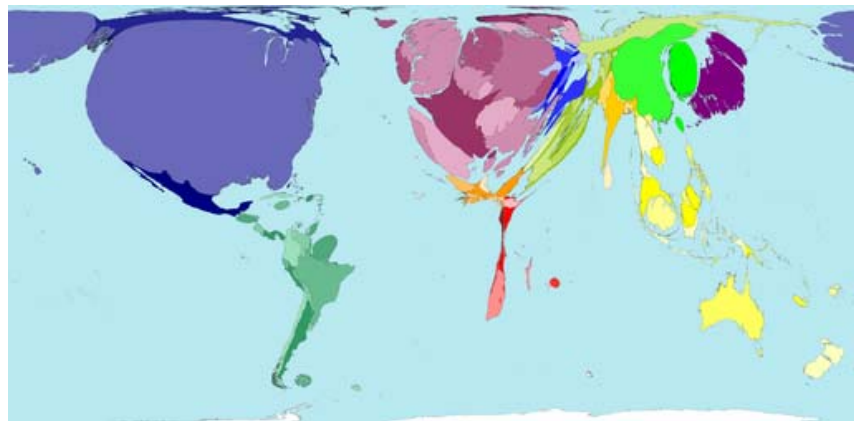
# Incitatifs : Modification des centres de demande pour l'aviation



Population mondiale 2000



Population mondiale 2050



Kilomètres volés, aujourd'hui

Kilomètres volés en 2050?

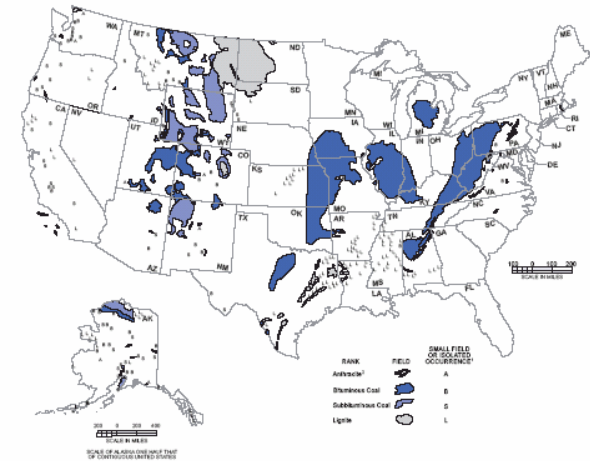
De : Worldmapper, The University of Sheffield

# Incitatifs : Nouvelles sources d'énergie

- Carburant synthétique obtenu par la gazéification du charbon par le procédé Fischer-Tropsch (FT)
  - ~ **900 G barils** de carburant FT en provenance du charbon des É.-U.
  - vs **685 G barils** de pétrole brut au Moyen-Orient
  - Sous-produits : H<sub>2</sub>, production d'énergie à partir du gaz résiduaire, de l'hydroxyde d'ammonium et du naphta
- Quelques avantages des carburants FT :
  - Caractéristiques supérieures à basse température, stabilité thermique, thermoconductibilité élevée
  - Moins de polluants (réduction CO<sub>2</sub> et particules, pas de SOx)
  - Problème rétraction des élastomères peut être résolu par mélanges

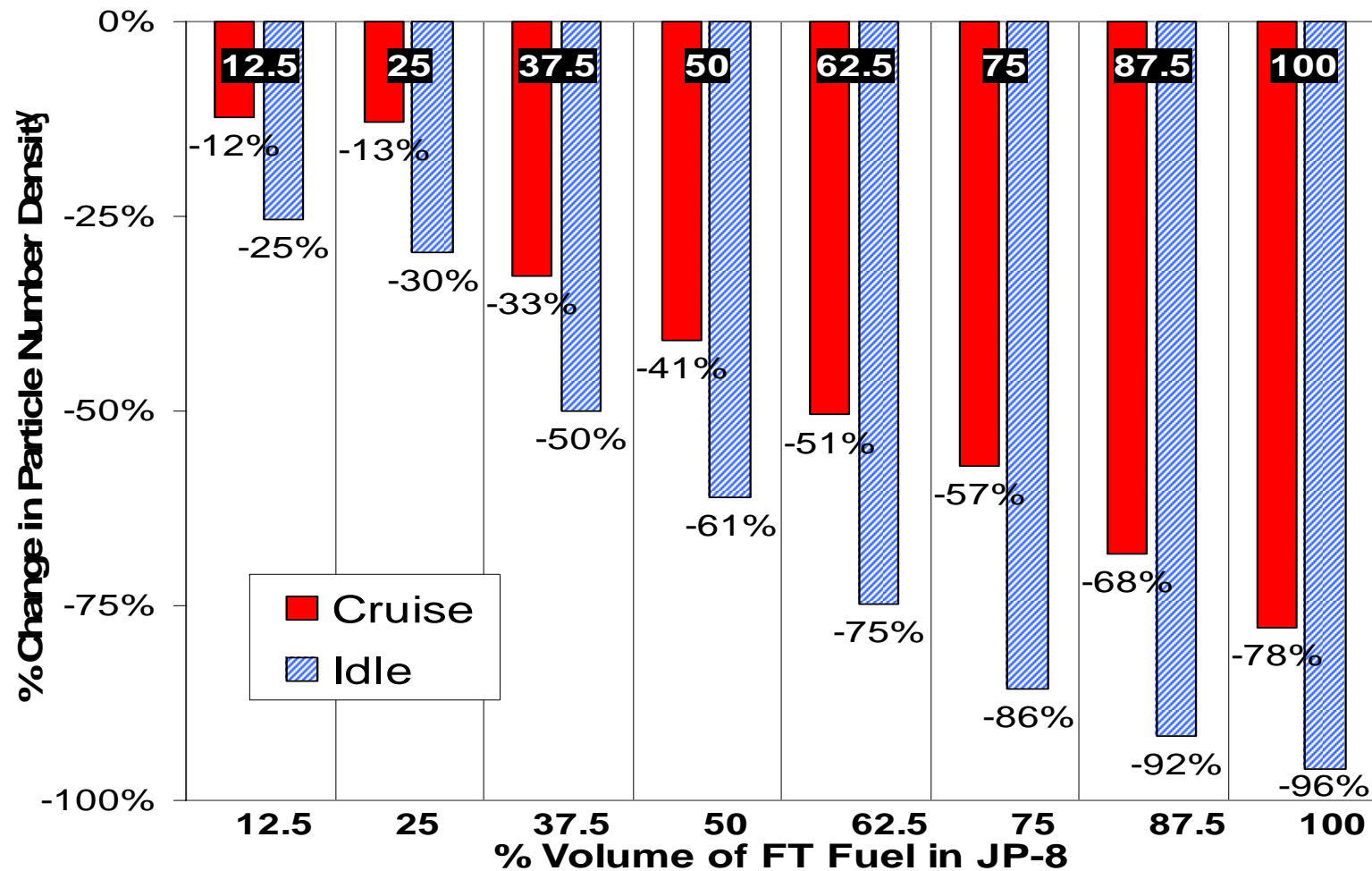
## Charbon

Figure 1. Coal-Bearing Areas of the United States



Sources: United States Geological Survey, Coalfields of the United States, 1960-1961; Texas Bureau of Economic Geology, Lignite Resources in Texas, 1960; Louisiana Geological Survey, Near Surface Lignite in Louisiana, 1981; Colorado Geological Survey, Coal Resources and Development Map, 1981; and Mississippi Bureau of Geology, 1983.

# Incitatifs : Possibilité d'améliorations environnementales



# Questions : Tenir compte des risques pour l'environnement

Les propositions relatives à l'utilisation du charbon pour la fabrication de carburants liquides pour le transport doivent tenir compte de la nécessité impérieuse de réduire la quantité totale des émissions responsables du réchauffement de la planète.....

Puisque l'extraction et l'utilisation actuelles du charbon continuent de causer des torts considérables au sol, à l'eau et à l'air des États-Unis, ainsi qu'à la santé humaine, il est primordial d'examiner les conséquences possibles de tout programme important de liquéfaction du charbon.....

**Témoignage de David G. Hawkins**

**Directeur, Climate Center, Natural Resources Defense Council**

**Devant le comité sur l'énergie et les ressources naturelles du Sénat des États-Unis, le 24 avril 2006**



- **Les questions et les incitatifs**
- ***Les fondements des carburants de remplacement***
- **Raisons pour être prudent et optimiste**
- **La voie à suivre**
- **Observations de clôture**

# Comparaison des solutions de rechange

$$\boxed{\text{FE}} = \eta_o \left( \frac{\text{Portance}}{\text{Traînée}} \right) \left( \frac{W_{PL}}{W_{PL} + W_{carb.} + W_o} \right)$$

• Rendement du carburant    • Consommation carb. moteur    • Aérodynamisme    • Masse de la structure

$\eta_o$  = Rendement global du moteur  
 $W_{PL}$  = Masse de la charge payante  
 $W_o$  = Masse à vide

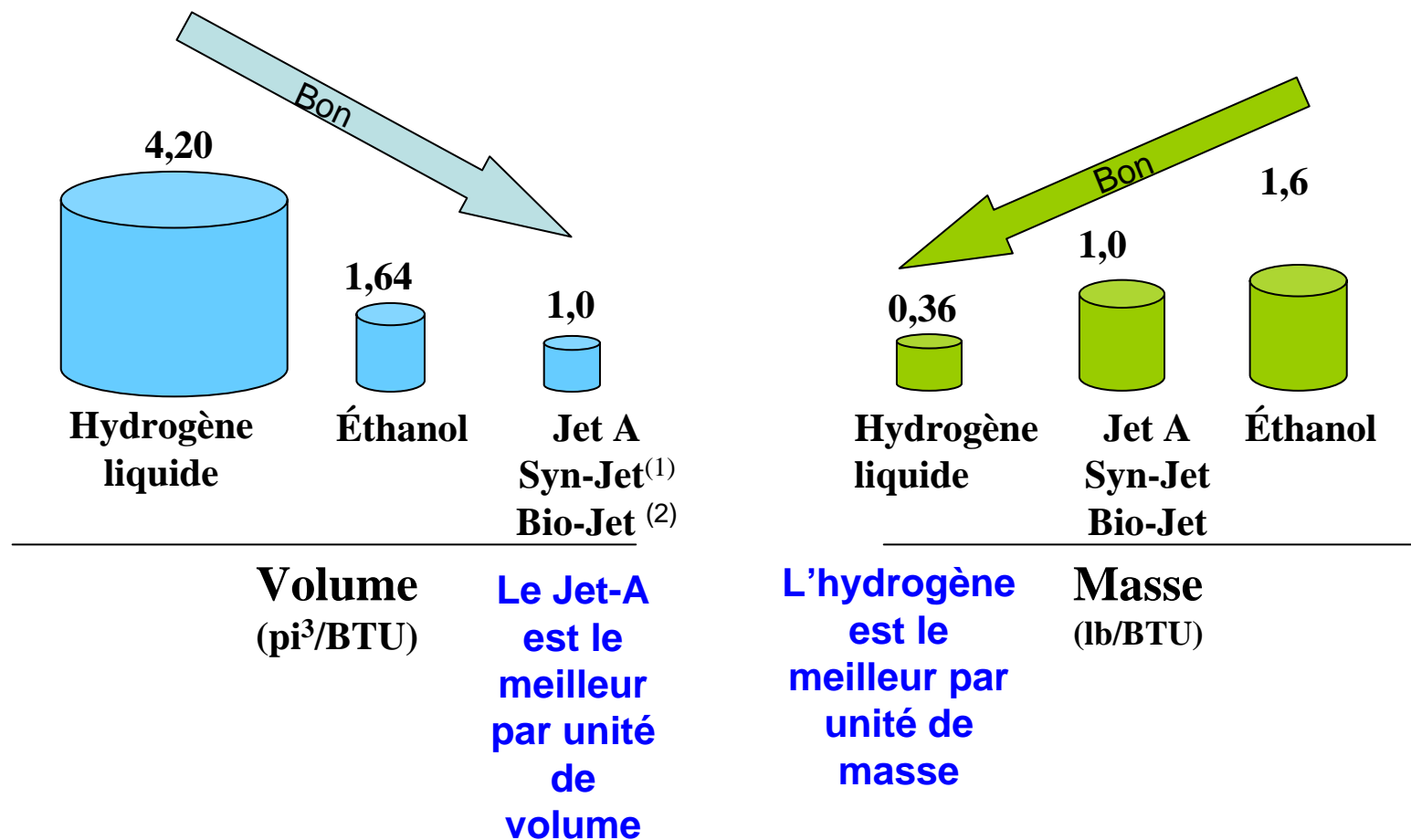
- Définir « **mesure du rendement du carburant** » **FE** pour inclure les contributions directes :
  - du système motopropulseur
  - de l'aérodynamisme
  - des caractéristiques structurales

# Carburants de remplacement

- **Carburants synthétiques (remplacements d'appoint)**
- **Carburants biologiques (renouvelables)**
- **Carburants entièrement nouveaux**



# Questions de conception : Contenu en énergie des carburants



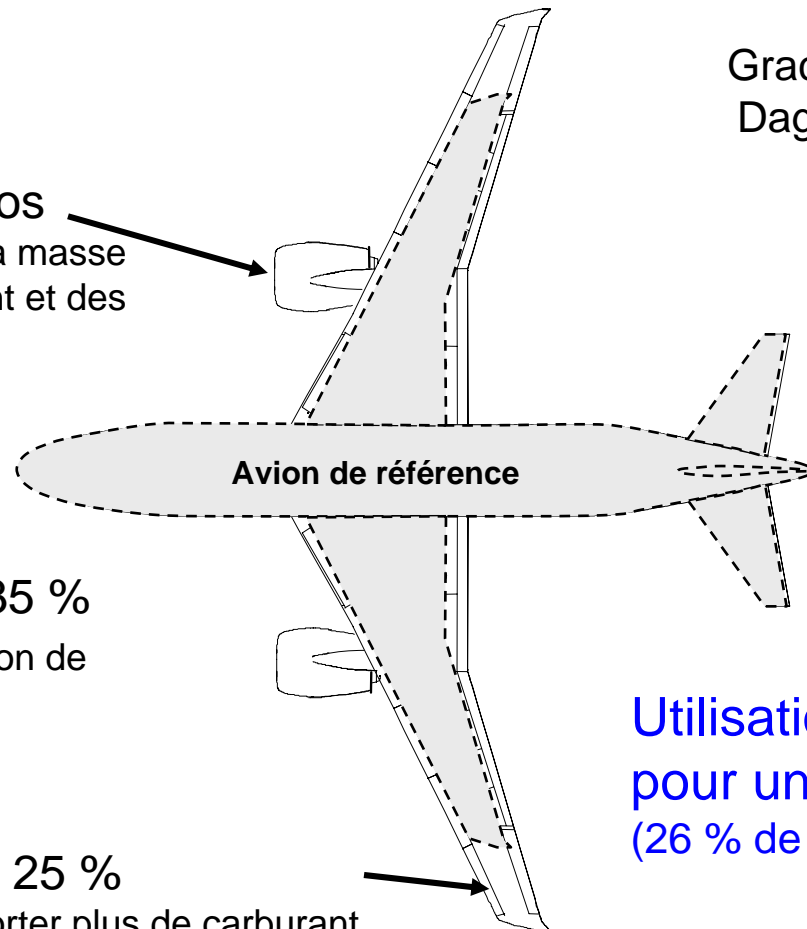
Gracieusement fourni par Dave Dagget, The Boeing Company



# Questions de conception : L'avion à l'éthanol

Gracieusement fourni par Dave Dagget, The Boeing Company

Moteurs 50 % plus gros  
(nécessaires en raison de la masse supplémentaire du carburant et des ailes)



Masse au décollage 35 %  
plus élevée (augmentation de  
l'OEOW de 20 %)

Aile plus grosse de 25 %  
(nécessaire pour transporter plus de carburant,  
puisqu'il contient moins d'énergie\*)

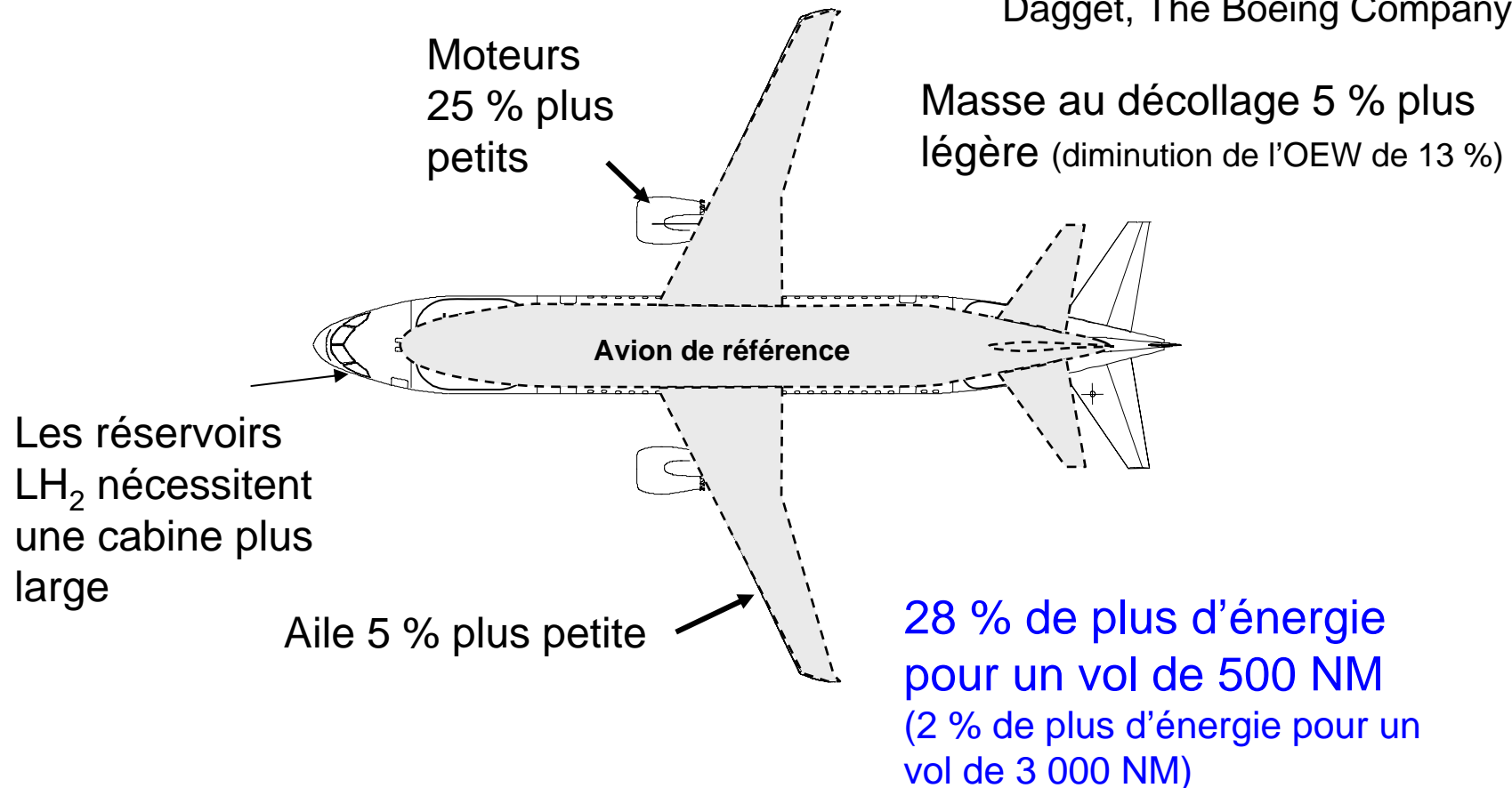
Utilisation de 15 % plus d'énergie  
pour un vol de 500 NM  
(26 % de plus pour un vol de 3 000 NM)

\*L'éthanol ne contient que 60 % de l'énergie du Jet-A

## *Avion à l'éthanol*

# Questions de conception : L'avion à l'hydrogène

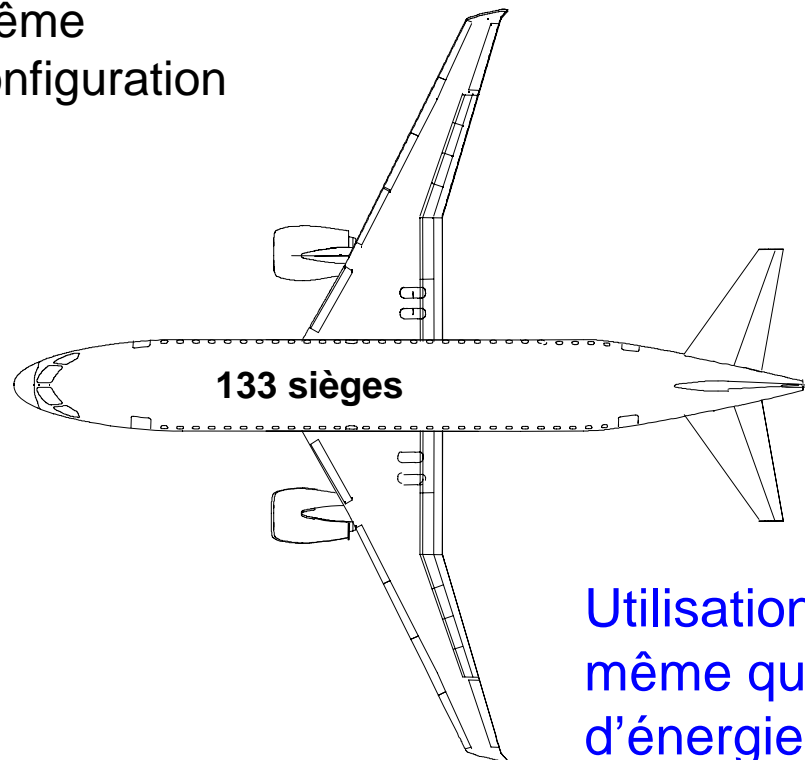
Gracieusement fourni par Dave Dagget, The Boeing Company



# Questions de conception : L'avion à carburant synthétique ou à biocarburant

Gracieusement fourni par Dave Dagget, The Boeing Company

Même configuration



# Coûts/avantages des carburants de remplacement

	<u>Δ Rend. carburant</u>	<u>Coûts/avantages</u>
• <b>Court terme (0 à 5 ans) :</b>		
Carb. Fischer-Tropsch tiré du charbon*	1 %	<b>Élevés</b>
• <b>Moyen terme (5 à 15 ans) :</b>		
• Schiste bitumeux*	1 %	<b>Moyens</b>
• Autres HC : GNL, mélanges éthanol,* biodiésel*	1 %	<b>Élevés</b>
• Hydrogène pour piles à comb. des APU	1 %	<b>Moyens</b>
• <b>Long terme (15 ans et plus) :</b>		
• Biomasse : carburants à liqueur noire*	1 %	<b>Élevés</b>
• Hydrogène pour moteurs à turbine	5 %	<b>Moyens</b>

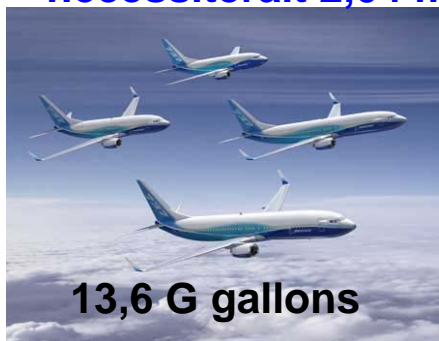
\* Comme moyen de fournir une source de carburant **PLUS SÛRE**

*Évaluation par le comité scientifique consultatif de l' US Air Force*

# Questions d'approvisionnement : Une autre contrainte

Gracieusement fourni par Dave Dagget, The Boeing Company

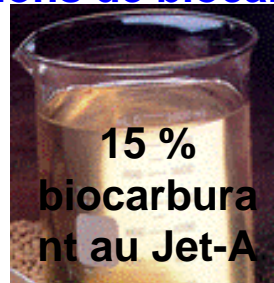
**La flotte des États-Unis pourrait utiliser un mélange de 15 % de biocarburant, ce qui nécessiterait 2,04 milliards de gallons de biocarburant.**



**13,6 G gallons**

Flotte des É.-U. en 2004

@

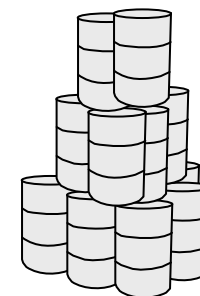


**15 %  
biocarburant  
au Jet-A**

Environ même contenu  
thermique que le carburéacteur  
(c.-à-d. 18 500 BTU/lb)

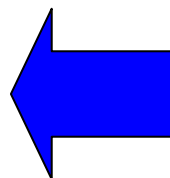
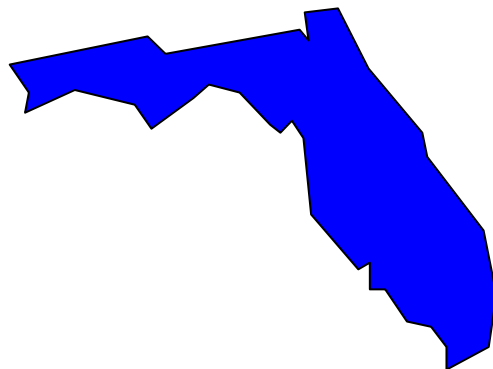
=

**Soya**

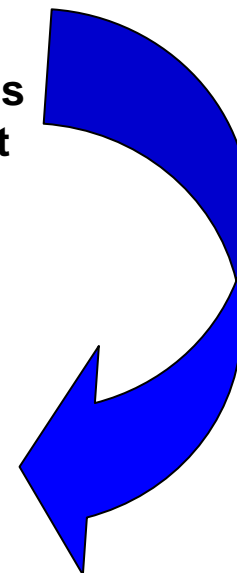


**2,04 G gallons  
biocarburant**

**Cette quantité de biocarburant nécessiterait 34 millions d'acres (environ la superficie de la Floride) soit environ 10 % des terres arables des É.-U.**



**34 M acres  
de soya**

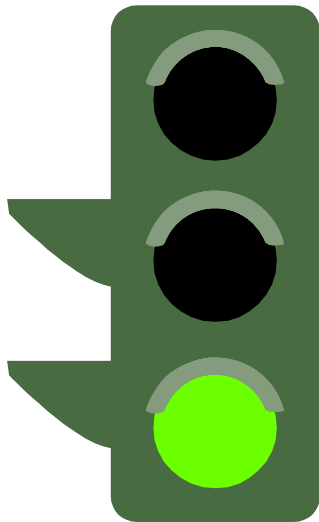


É.-U. = 1,9 G acres au total, 349 M acres de terre arable

40 bu/acre soya @ 1.5 gal  
biocarb./bu = 60 gal/acre

- **Les questions et les incitatifs**
- **Les fondements des carburants de remplacement**
- ***Raisons pour être prudent et optimiste***
- **La voie à suivre**
- **Observations de clôture**

# Carburants de remplacement en aviation-Raisons d'être optimiste



- Les carburants synthétiques peuvent être respectueux de l'environnement
- Ils aident à gérer les interdépendances
- Ils améliorent la sécurité énergétique
- Potentiel en aviation comme premier adaptateur
- Le maintien des coûts élevés du pétrole assure la viabilité des carburants synthétiques

# Carburants de remplacement en aviation-Raisons d'être prudent



- Ne pas sous-estimer les difficultés techniques
- Ne pas compromettre la sécurité
- Facilité relative de la transition au transport terrestre
- Difficulté de prédire l'évolution du marché de l'énergie
- Inconvénients environnementaux de la production
- Les carburants de remplacement ne sont pas un remède miracle



- **Les questions et les incitatifs**
- **Les fondements des carburants de remplacement**
- **Raisons pour être prudent et optimiste**
- ***La voie à suivre***
- **Observations de clôture**

## Carburants de remplacement pour l'aviation commerciale - Vision

- **Le DoD et le secteur commercial doivent travailler ensemble à la promotion et à l'adoption des carburants de remplacement afin de garantir la disponibilité de l'approvisionnement, de minimiser la volatilité des prix, d'améliorer les opérations et d'*explorer les possibilités de réduire les impacts sur l'environnement***

**..... Résolution adoptée le 5/24/06 par AIA/ATA/FAA (et ACI) à l'atelier parrainé par le DOE, le DoD et la NASA à titre de parties intéressées**

# Carburants de remplacement pour l'aviation commerciale - Feuille de route

*Approche parrainée par AIA/ATA/FAA/ACI*

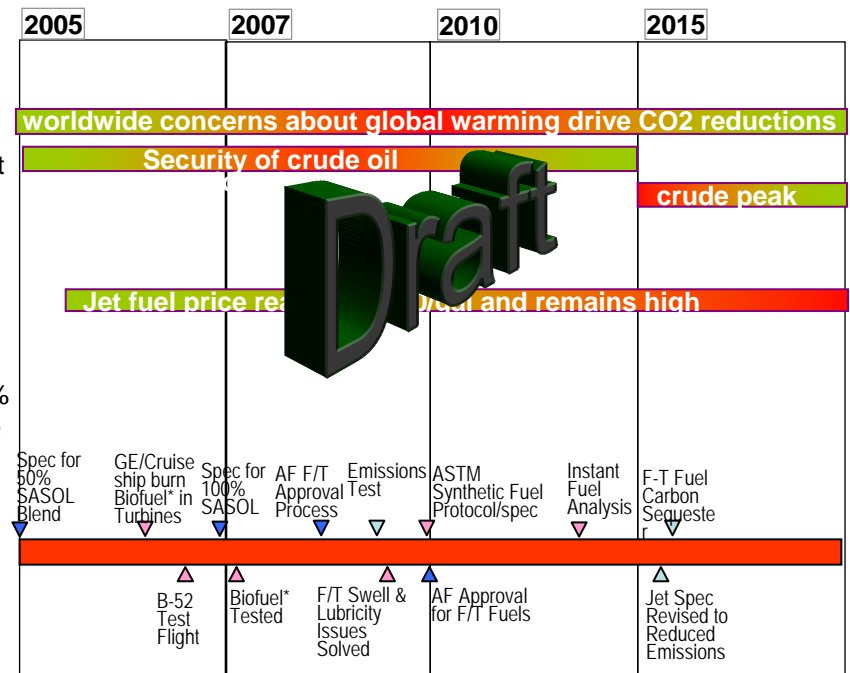
- Feuille de route à élaborer et à appliquer par domaines :
  - R&D
  - Environnement
  - Affaires/économie/politique
  - Réglementation/Performances
- Les 23 et 24 octobre 2006, les parties intéressées se réuniront à Atlanta, en Géorgie, pour ébaucher la feuille de route.
- Une participation internationale est encouragée

Incitatifs financiers  
Environnement  
Politique  
Ressources

Prévisions

- Prix du carb.
- Disponibilité (% de la demande satisfaite)

Aviation Entreprises Initiatives



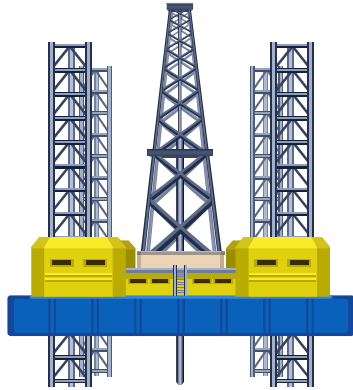
## Prochaines étapes

- Déterminer si les États-Unis peuvent et s'ils devraient stimuler la production d'un carburant de remplacement valable pour l'aviation;
- Déterminer les avantages nets pour l'environnement – en tenant compte des coûts environnementaux possibles – qui découleraient de l'utilisation de tels carburants;
- Déterminer le cadre et les politiques requises pour favoriser l'adoption des carburants de remplacement.



- **Les questions et les incitatifs**
- **Les fondements des carburants de remplacement**
- **Raisons pour être prudent et optimiste**
- **La voie à suivre**
- ***Observations de clôture***

# Carburants de remplacement pour l'aviation - Observations



- On consacre beaucoup d' « énergie » aux carburants d'aviation de remplacement
- On peut réaliser des progrès significatifs dans le domaine des carburants d'aviation de remplacement
- L'utilisation de carburants de remplacement est déjà en marche et nos efforts conjoints – entre les pays, les organisations gouvernementales, l'industrie et le monde universitaire – peuvent faire de l'aviation un leader mondial dans ce domaine
- Toutefois, il faut également se rappeler que nous avons déjà envisagé et refusé d'emprunter cette voie vers la fin des années 70 et au début des années 80
- Le progrès dans ce domaine repose sur une vision à long terme et sur la volonté des parties intéressées à aller de l'avant, mais pour ce faire, il faut admettre que les conditions économiques devront être favorables (c.-à-d., le maintien de prix élevés pour le pétrole)