



Etude et conception Avion

Etude de marché

Analyse du marché

Prévisions de trafic

Facteurs économiques et environnementaux



Sommaire – Etude de marché

- Introduction
- Présentation générale du trafic aérien
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- Environnement
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion



Sommaire – Etude de marché

- Introduction
- Présentation générale du trafic aérien
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- Environnement
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion



Introduction

- Une vision globale (source OACI)
 - 2,3 milliards de passagers
 - 39 millions de tonnes de fret
 - 920 compagnies aériennes
 - 4200 aéroports
 - 62000 avions en service
 - Un réseau de route aérienne de 35 milliards de kilomètres
 - 170 prestataires de service de la navigation aérienne
- ➔ Environnement complexe et difficile à appréhender...



Introduction

- Mesures du marché :
 - RPK = Revenue Passenger Kilometer : mesure le volume réel de passagers transportés et permet d'évaluer l'activité réelle d'une compagnie aérienne
 - ASK = Available Seat Kilometer : mesure le volume maximal théorique de passagers transportables et permet d'évaluer la taille d'une compagnie aérienne
 - FTK = Freight Tonne Kilometer : mesure la quantité de fret réellement transporté et permet de différencier le transport de passager et de fret
 - ALF = Average Load Factor : le coefficient de remplissage mesure le nombre de sièges réellement occupés sur le nombre de sièges offerts.



Introduction

- Plusieurs marchés de l'aviation
 - Aviation commerciale de transport de passager
 - Aviation long courrier
 - Aviation court et moyen courrier
 - Aviation régionale
 - Aviation d'affaire
 - Aviation légère
 - Etc.
- Plusieurs visions sur l'évolution de ces marchés
 - Boeing et Airbus pour l'aviation commerciale



Sommaire – Etude de marché

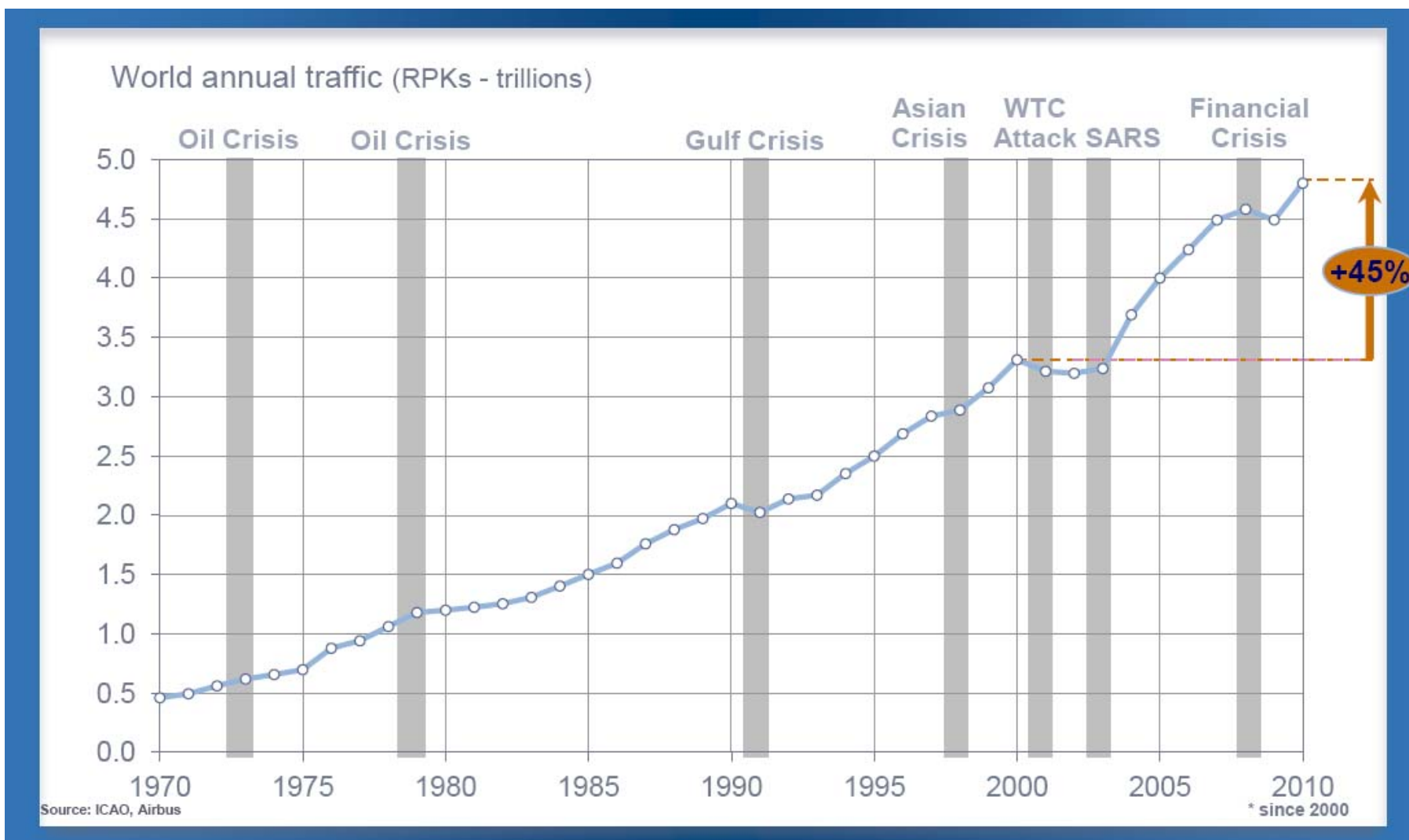
- Introduction
- **Présentation générale du trafic aérien**
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- Environnement
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion



Présentation générale du trafic aérien

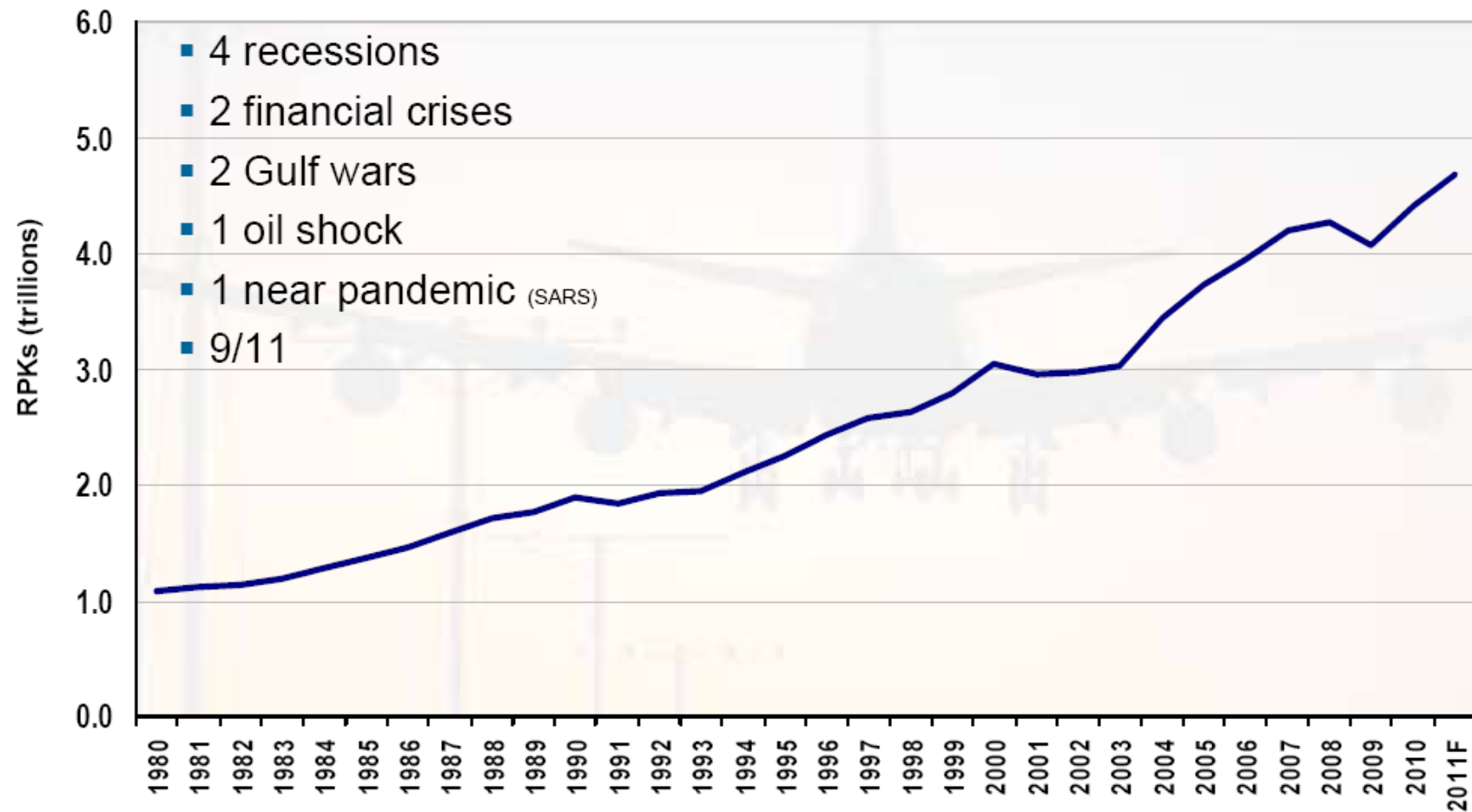
- Historique du transport aérien
- Evolutions passées
- Distribution géographique

Transport aérien de passagers résistant aux crises



Source : Global Market Forecast 2011-2030

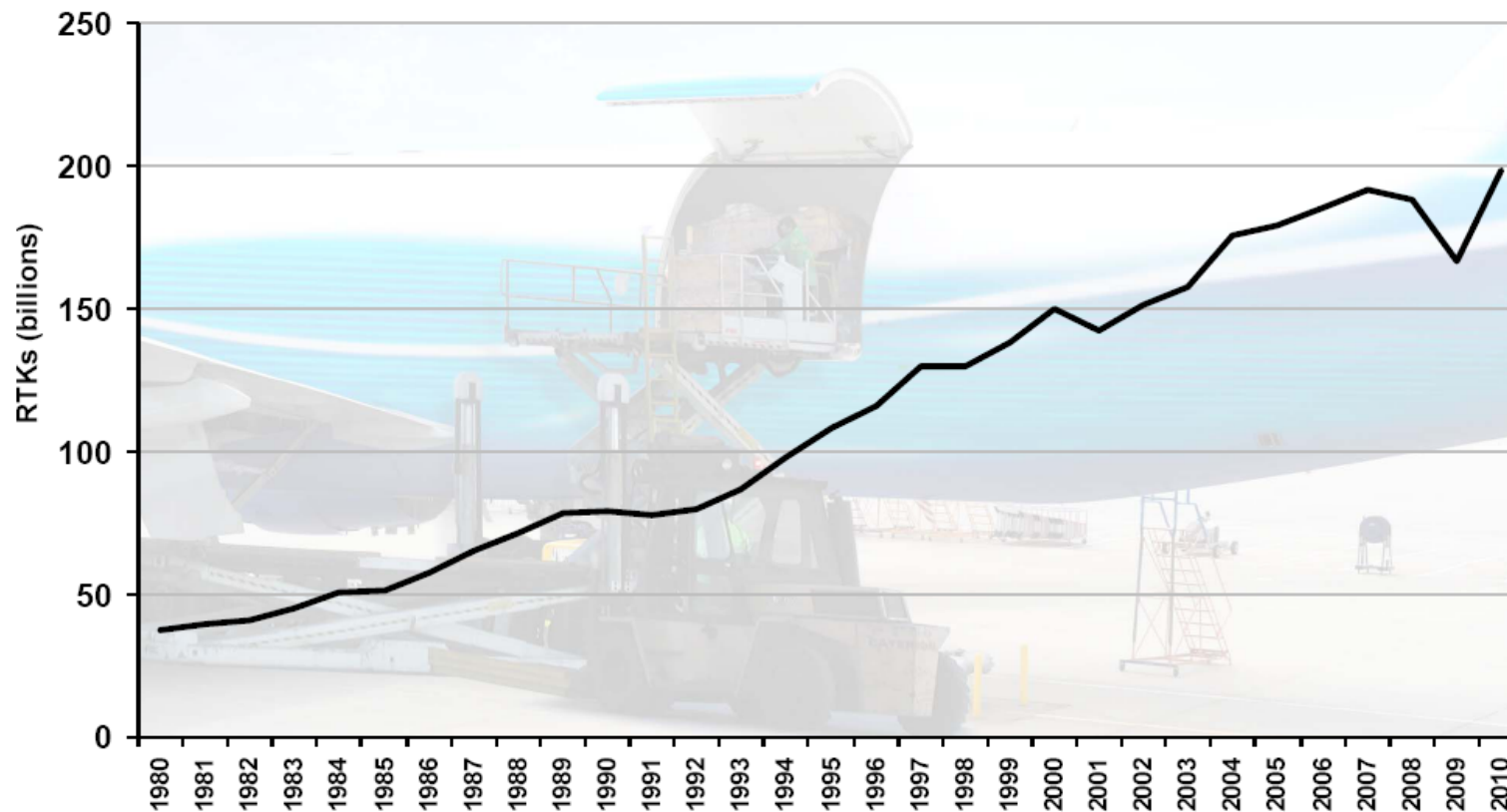
Transport aérien de passagers résistant aux crises



RPKs = Revenue Passenger Kilometers
Sources: ICAO Scheduled Traffic

Source : Current Market Outlook 2011-2030

Transport aérien de marchandise



Différentes catégories de transporteurs

- Large – plus de 80 tonnes
- Medium – entre 40 et 80 tonnes
- Standard – moins de 45 tonnes



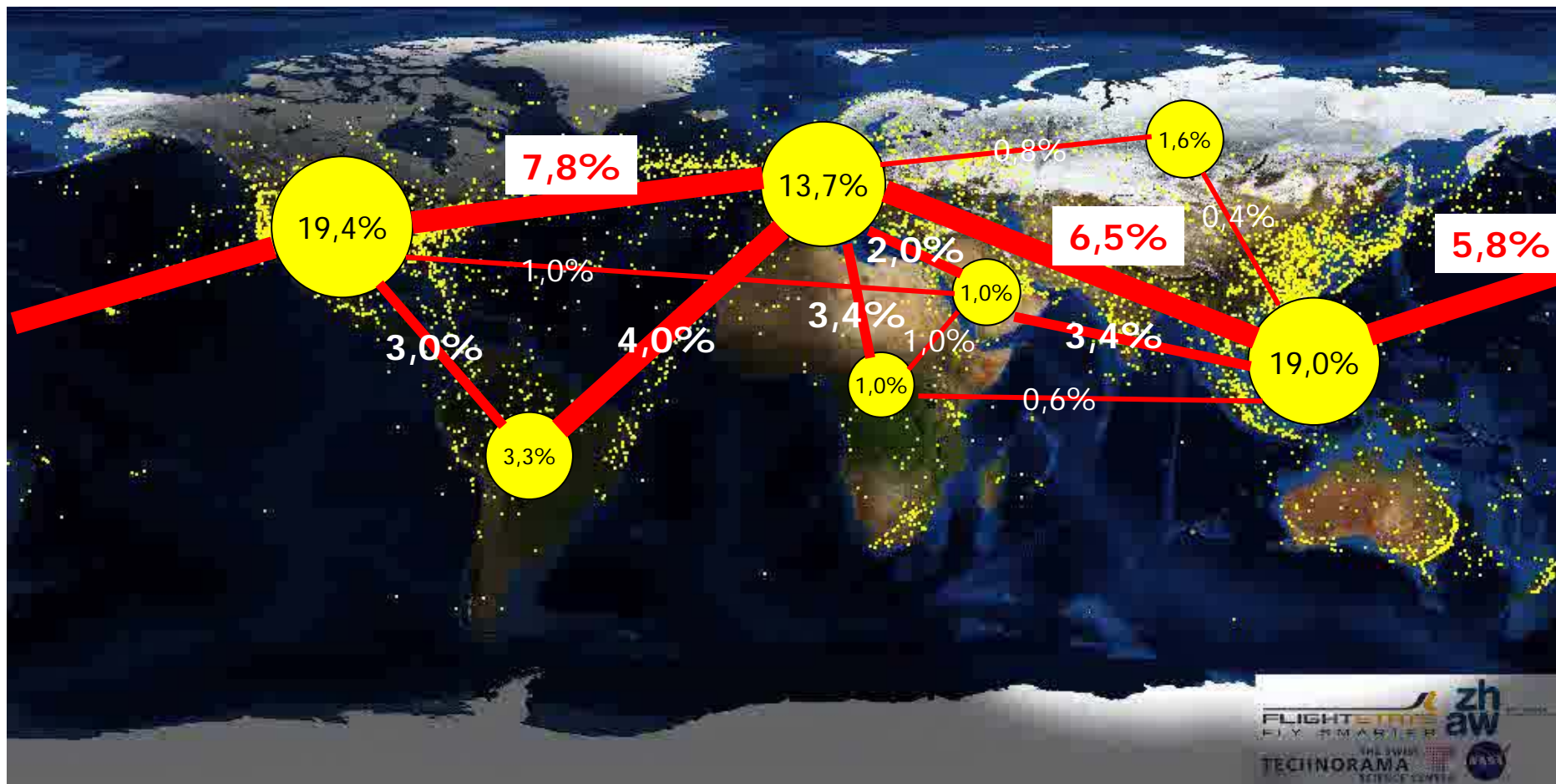
Transport aérien de marchandise

- Catégories d'avions cargo :
 - Gros
 - Plus de 80 tonnes
 - Moyen
 - De 40 à 80 tonnes
 - Standard
 - Moins de 45 tonnes

Distribution géographique du trafic aérien

Flux exprimés en RPK

● Trafic régional
— Trafic intercontinental



Source : Global Market Forecast 2011-2030



Sommaire – Etude de marché

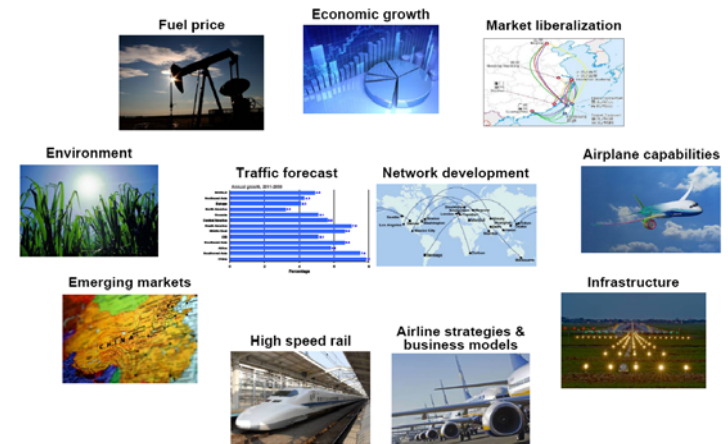
- Introduction
- Présentation générale du trafic aérien
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- Environnement
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion

Facteurs économiques qui influencent le trafic

Methodology Drivers of air travel



Source : Current Market Outlook 2011-2030

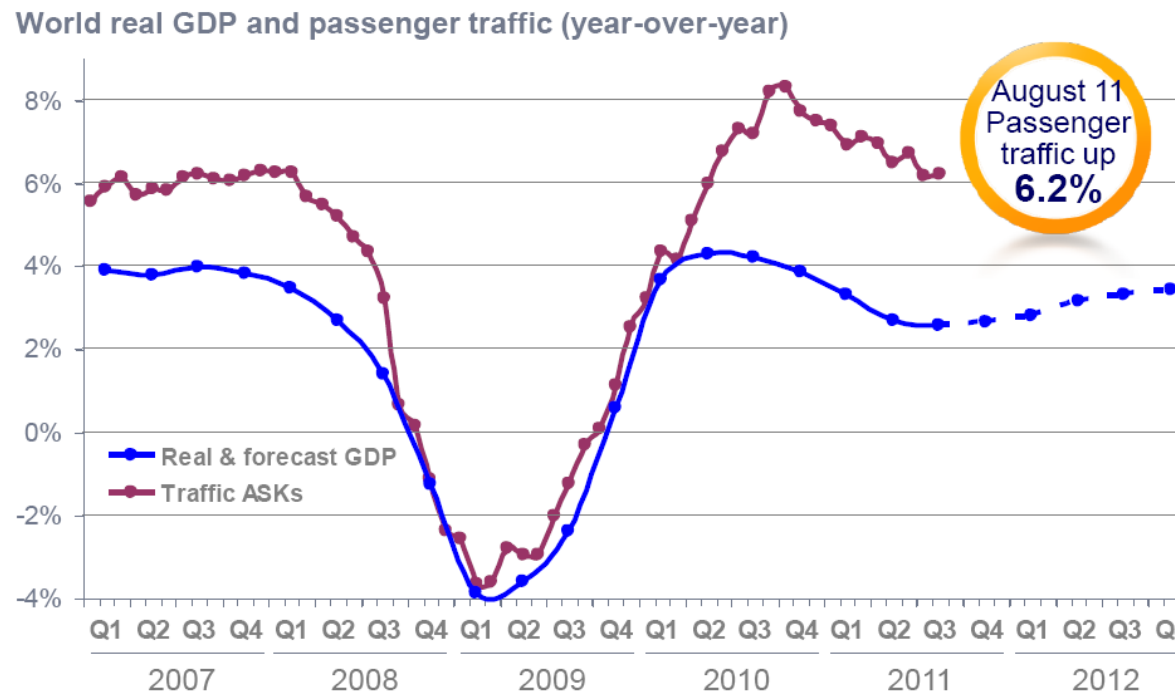


Source : ICAO



Facteurs économiques qui influencent le trafic

- Le développement du transport de passager est lié à la création de richesse et au produit intérieur brut (PIB – GDP Gross Domestic Product)



Source : Global Market Forecast 2011-2030



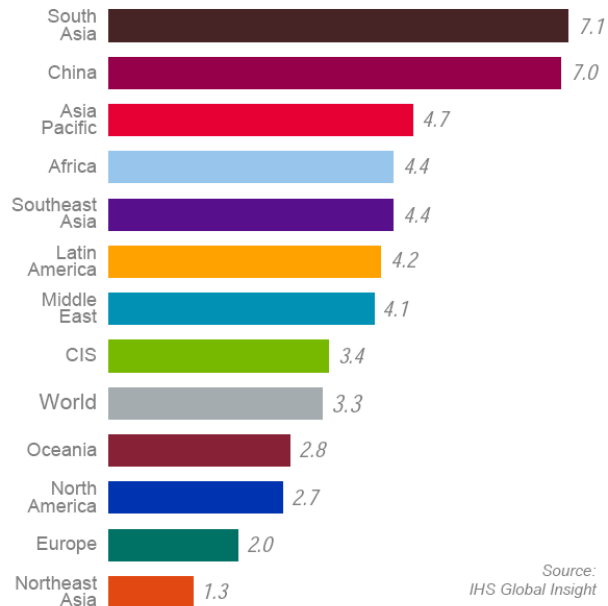
Facteurs économiques qui influencent le trafic

- Facteurs qui vont soutenir le développement du trafic aérien :
 - Dans les marchés matures : remplacement des avions actuellement en service
 - Pour les marchés émergents : forte dynamique de croissance (population et économique)
 - Urbanisation croissante qui est associée à une progression du niveau de vie et du trafic
 - Apparition et progression de nouveaux acteurs : les compagnies "Low Cost"
 - Libéralisation du marché qui se développe

Facteurs économiques qui influencent le trafic

Annual GDP growth

2011 – 2030

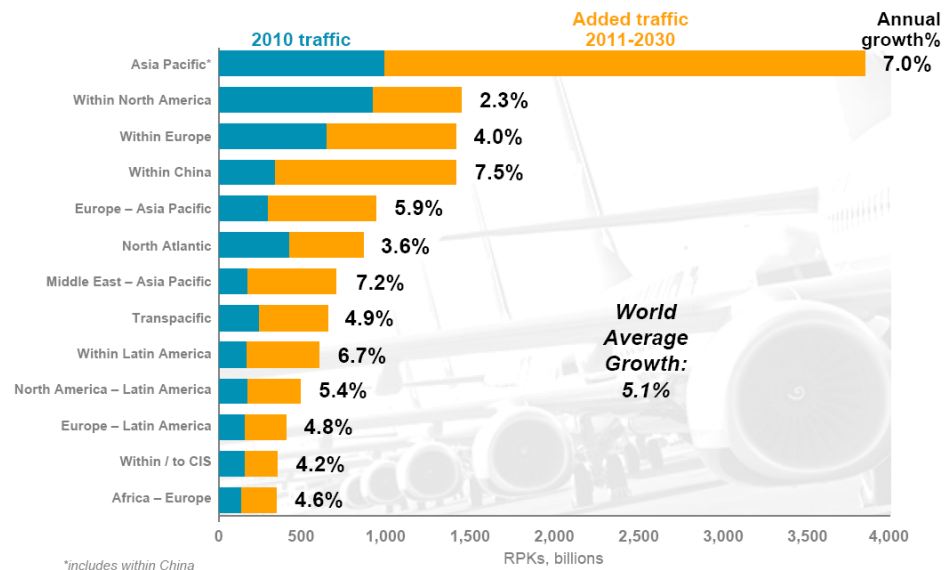


Source:
IHS Global Insight

Source : Current Market Outlook 2011-2030

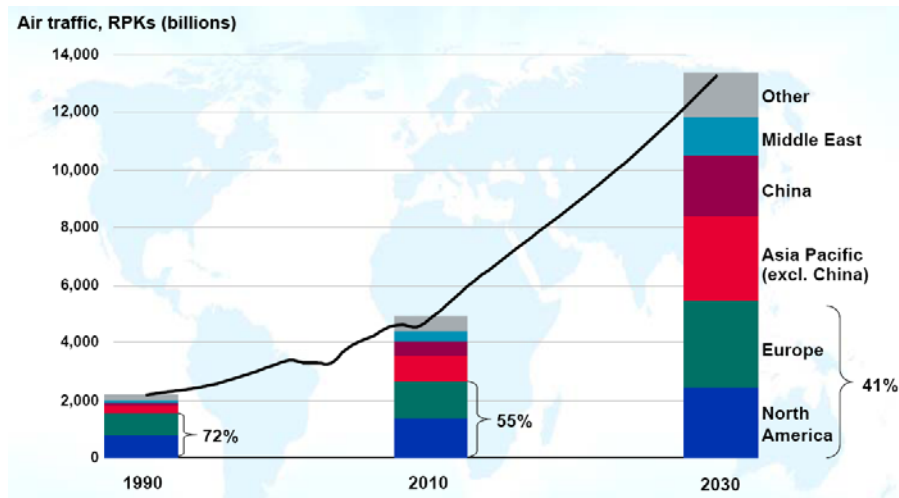
Les économies les plus dynamiques verront leur transport aérien se développer plus vite que les autres.

Distinction économies matures/émergentes

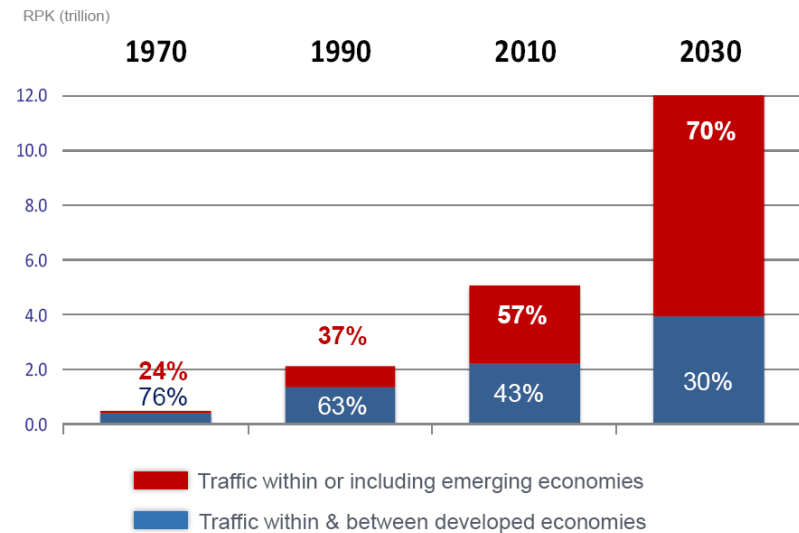


Facteurs économiques qui influencent le trafic

Evolutions géographiques du trafic aérien



Source : Current Market Outlook 2011-2030

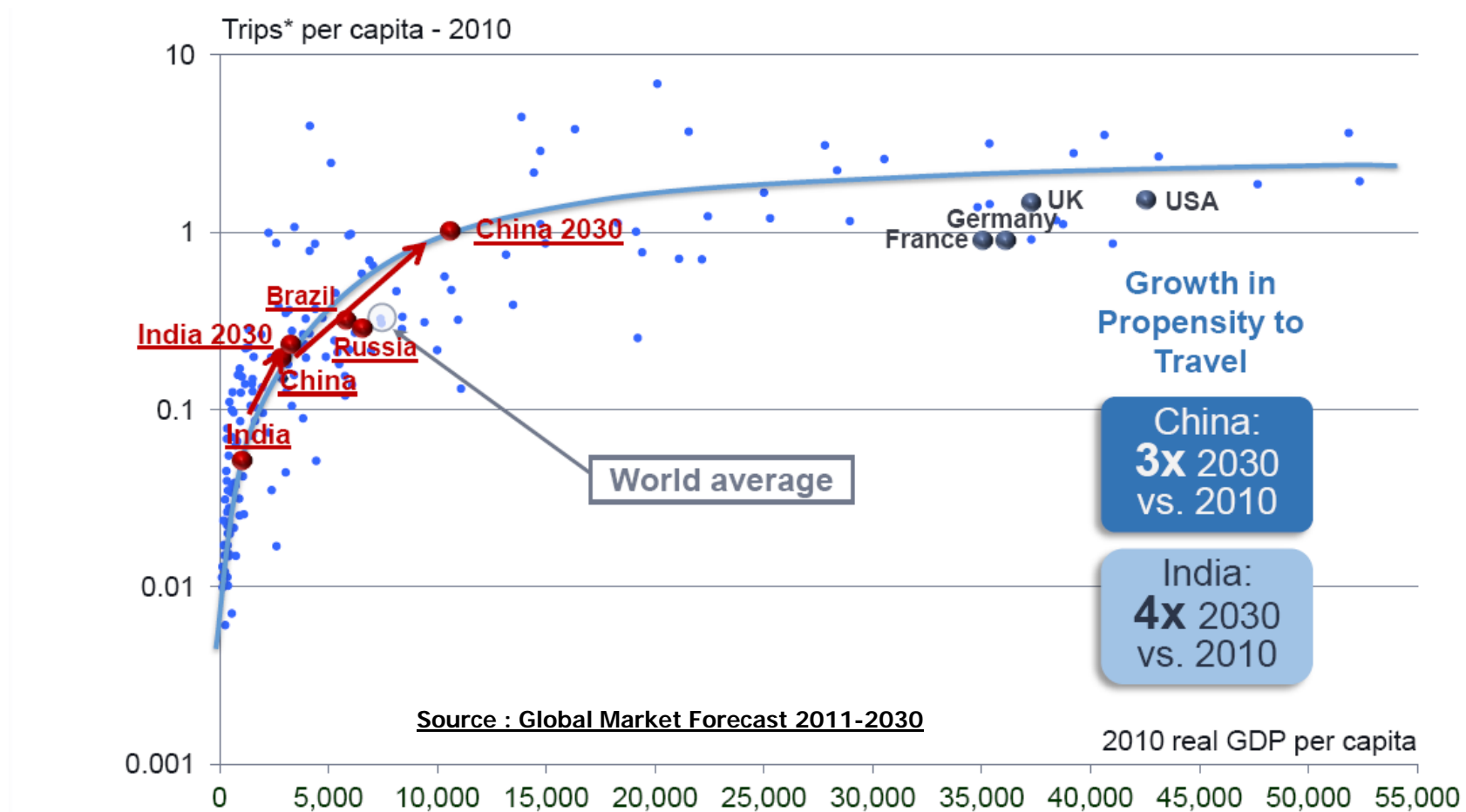


Source : Global Market Forecast 2011-2030



Facteurs économiques qui influencent le trafic

Les habitants des pays émergents vont se déplacer de plus en plus
(niveau de vie et échanges économiques qui se développent)



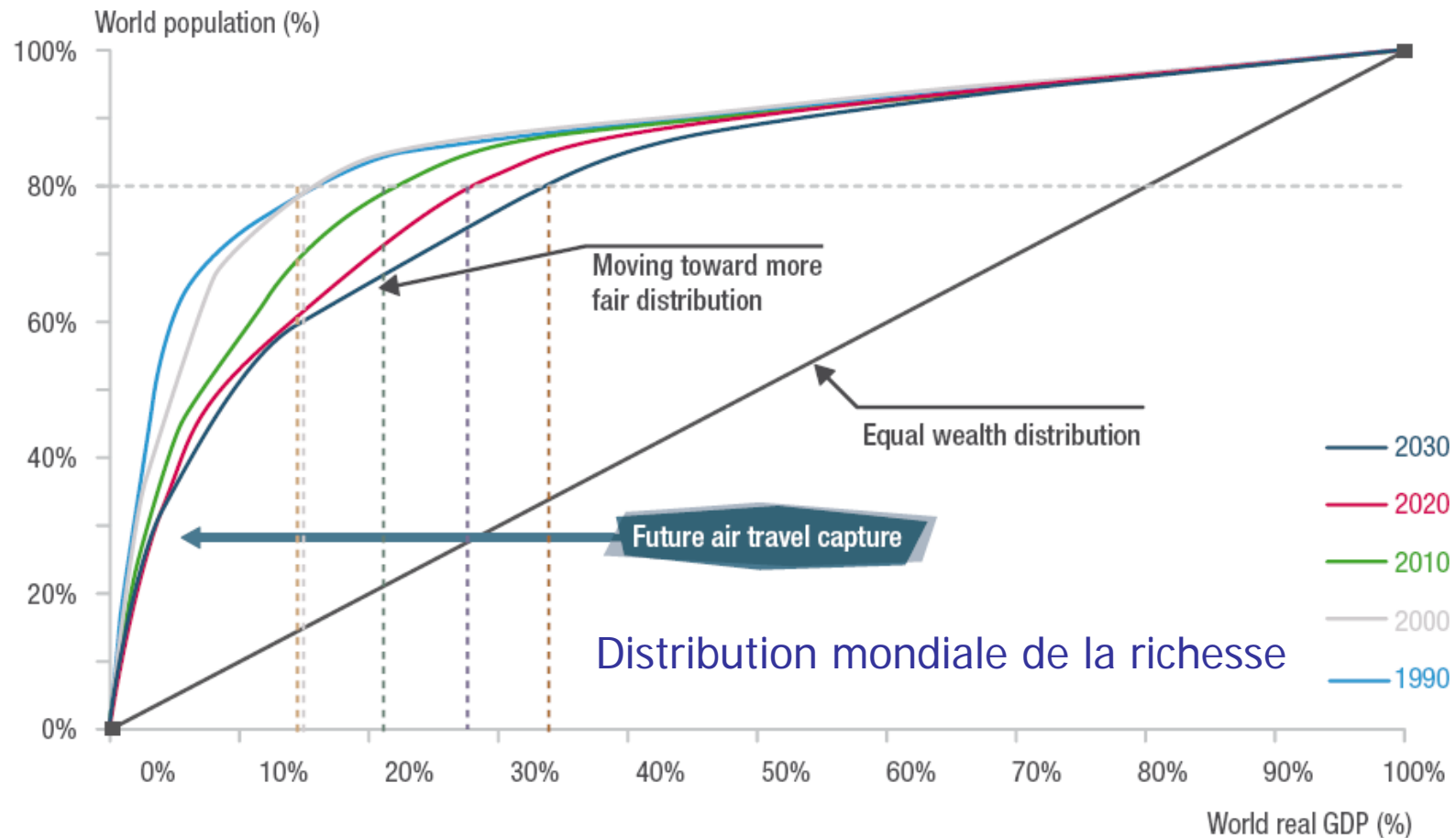
* Passengers originating from respective country

Note: GDP in US\$2005



Facteurs économiques qui influencent le trafic

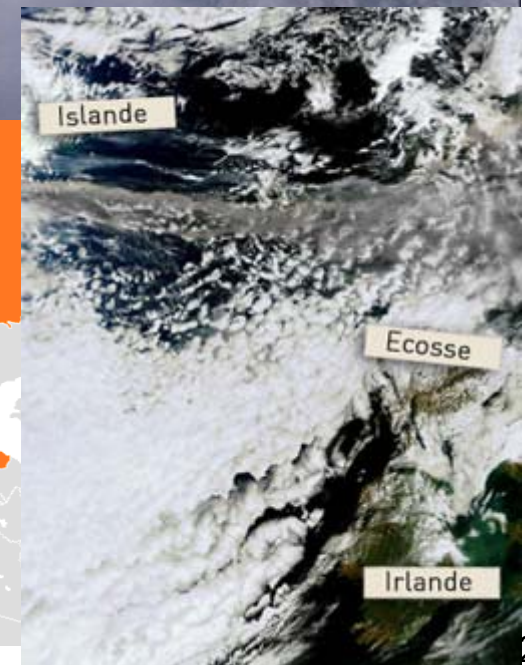
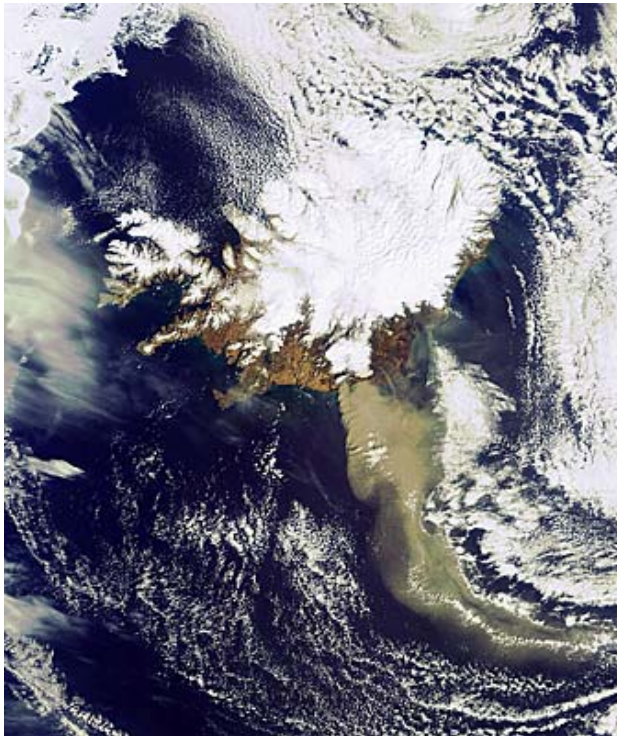
Les habitants des pays émergents vont se déplacer de plus en plus
(niveau de vie et échanges économiques qui se développent)



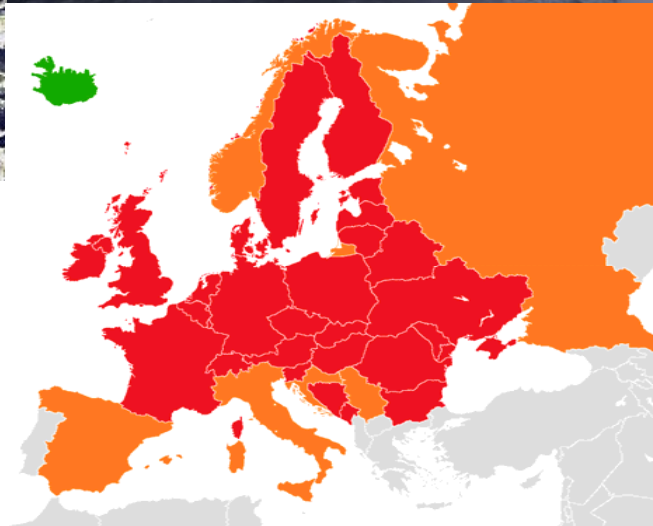
Source: Global Insight, Airbus

Autres facteurs (court terme)

Eruption du volcan islandais Eyjafjöll le 20 mars 2010



Paralysie du trafic aérien
en Europe et
entre l'Europe et
l'Amérique du Nord

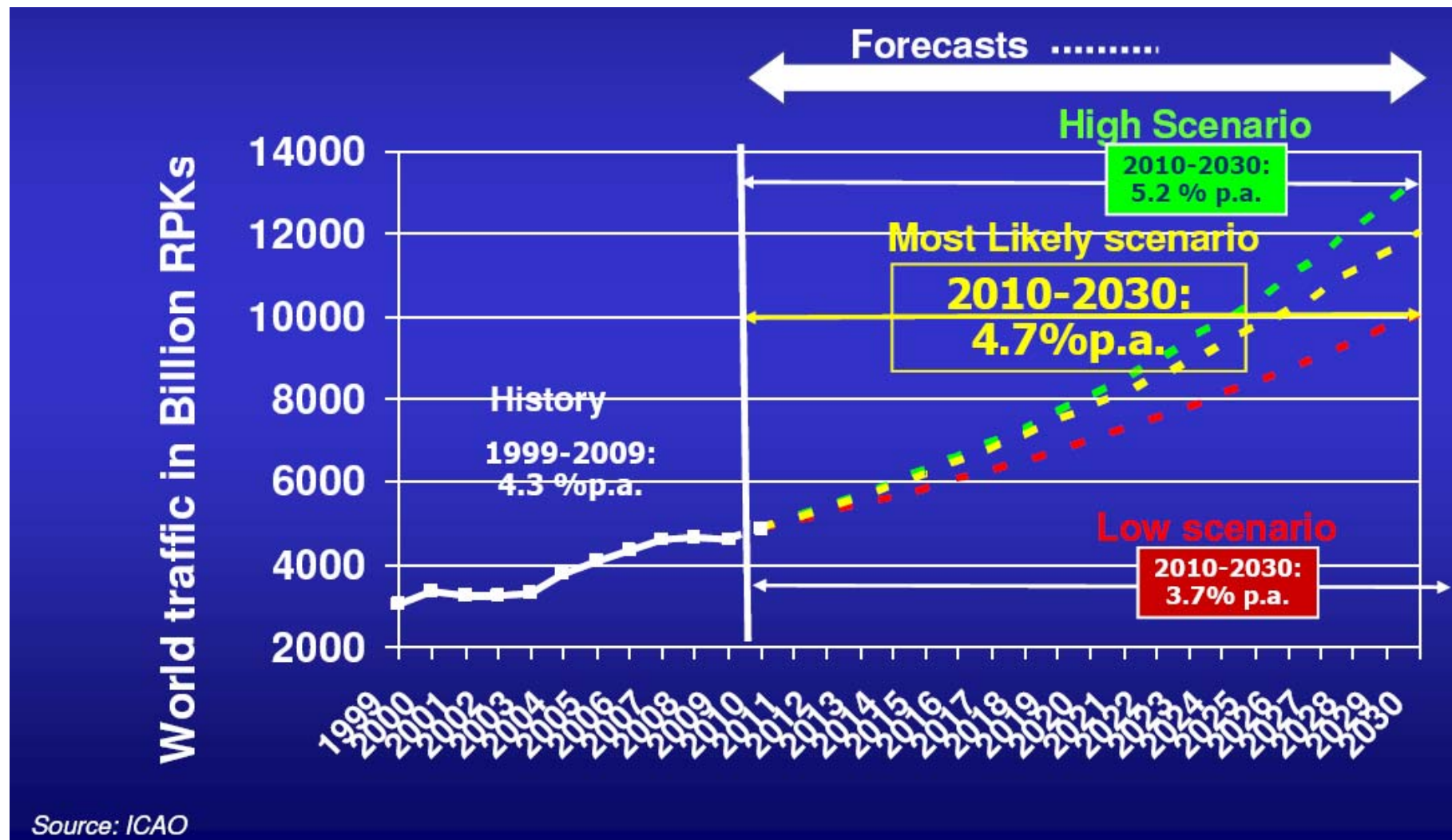




Sommaire – Etude de marché

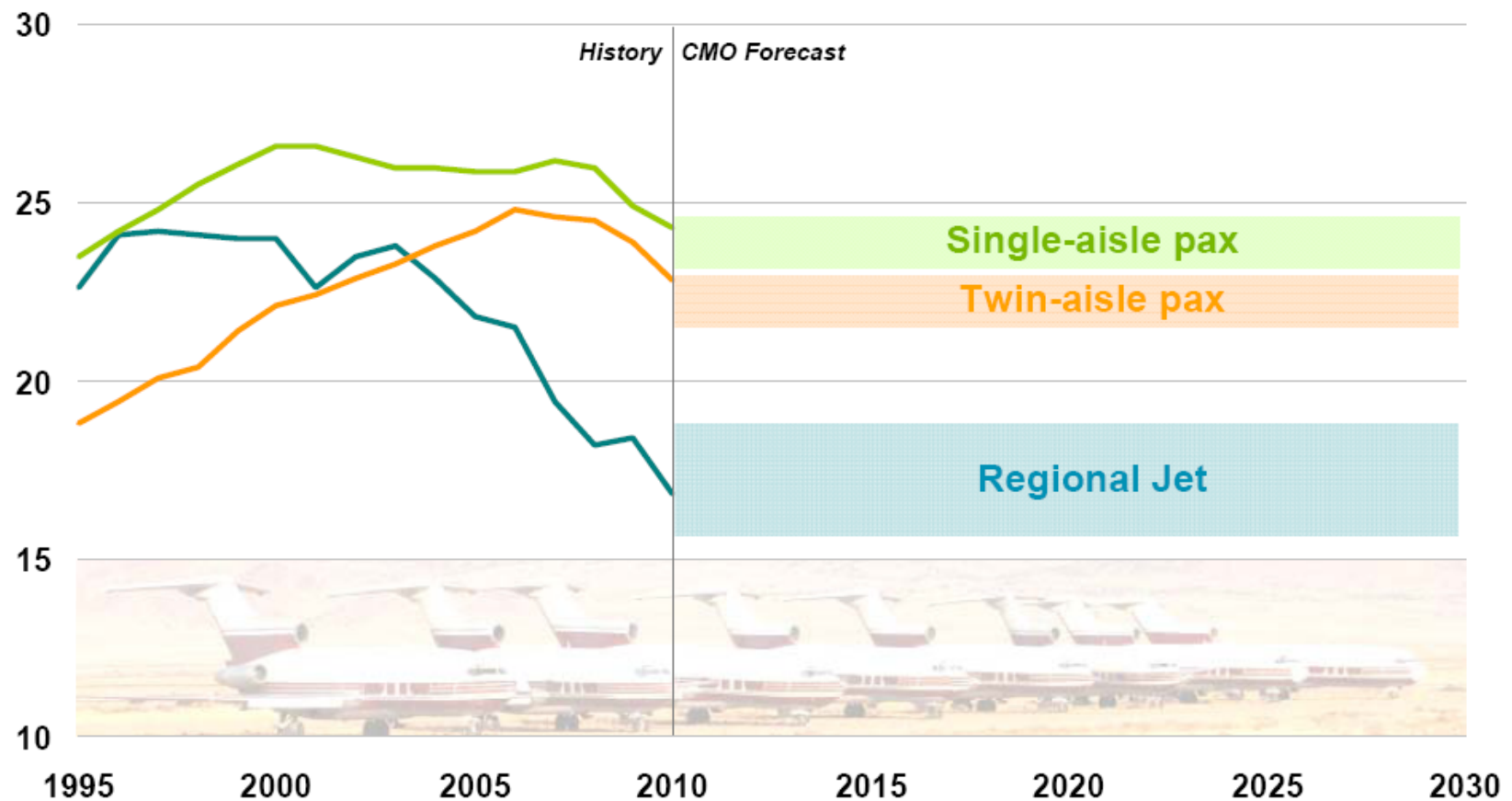
- Introduction
- Présentation générale du trafic aérien
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- Environnement
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion

Tendances et prévisions (Le futur ?)



Durée de vie d'un avion

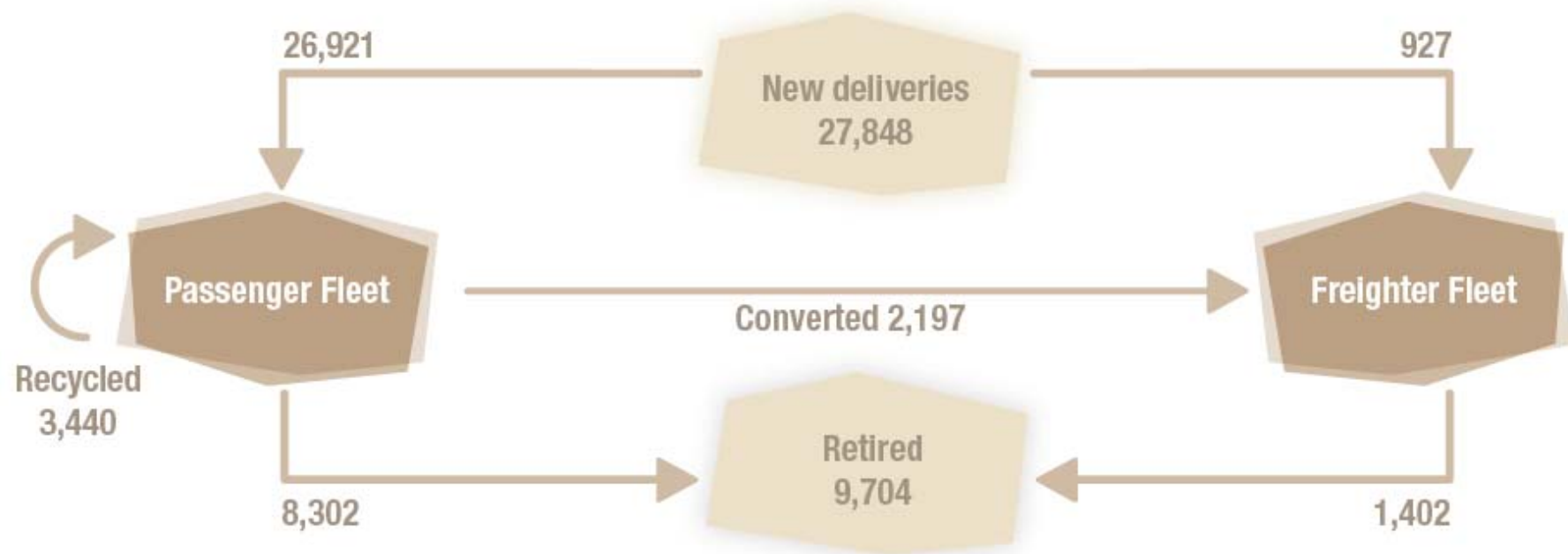
Age at Leaving Service (5-year moving average)



Source: Ascend as of 5/10/2011, CMO 2011
Western commercial jets permanently removed from services

Source : Current Market Outlook 2011-2030

Estimation Airbus (Le futur ?)

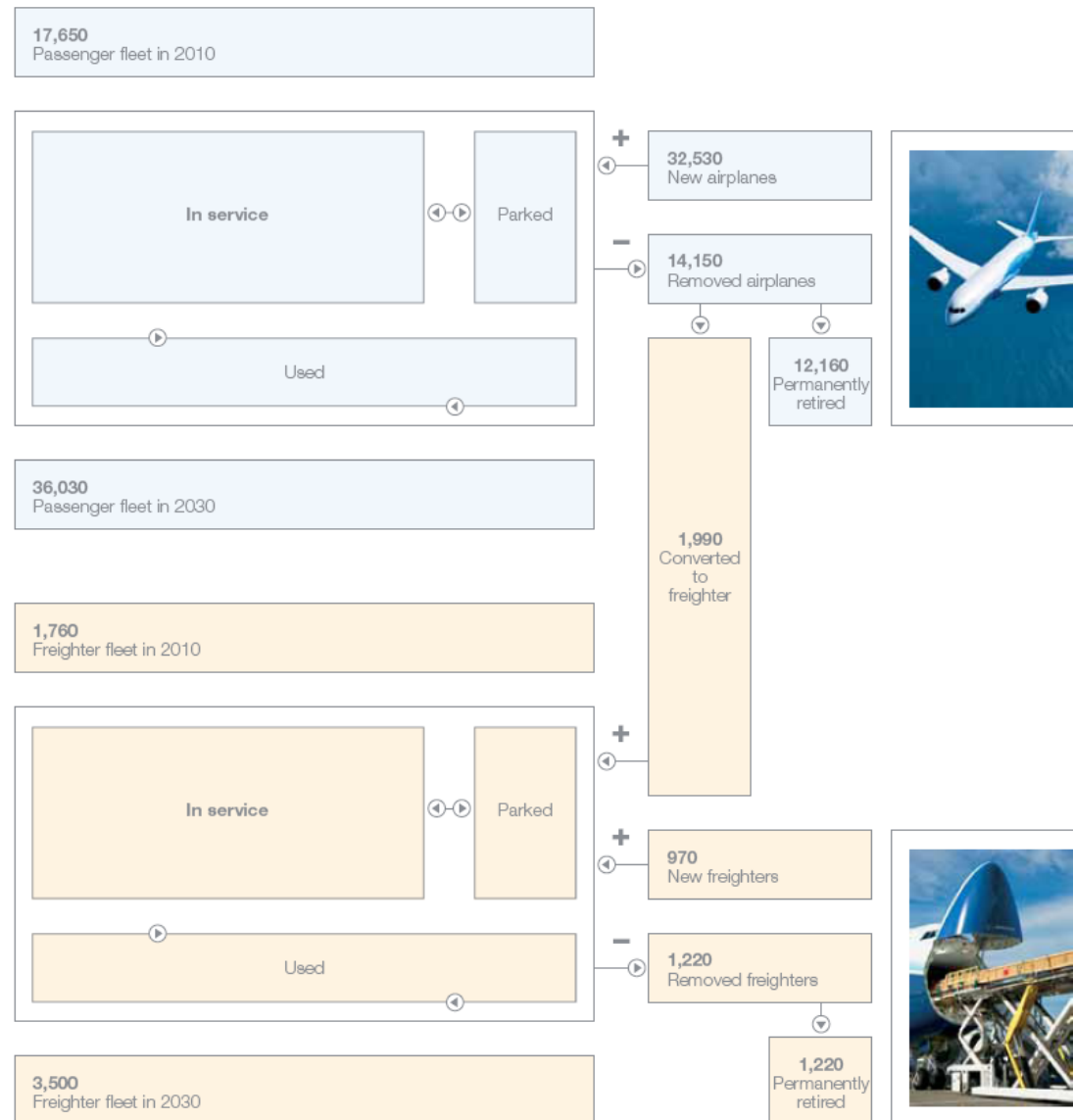


Passenger aircraft ≥ 100 seats and freighters

Source: Airbus GMF 2011

Source : Global Market Forecast 2011-2030

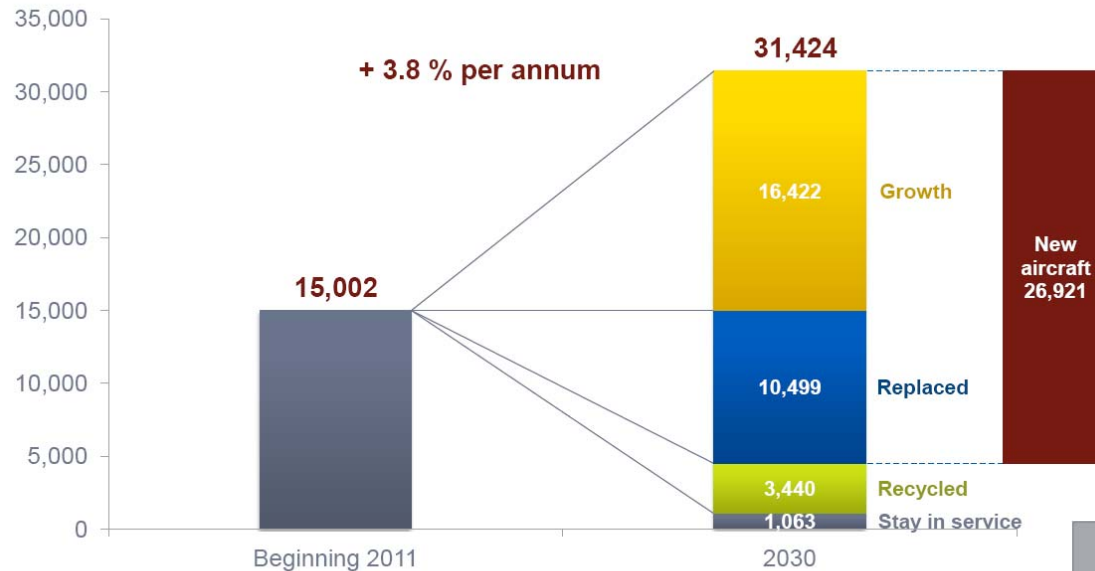
Estimation Boeing (Le futur ?)



Source : Current Market Outlook 2011-2030

Combien de nouveaux avions ?

Fleet size



Passenger aircraft ≥100 seats (excluding freighters)

For Airbus

26 921 new large aircraft
(pax only)

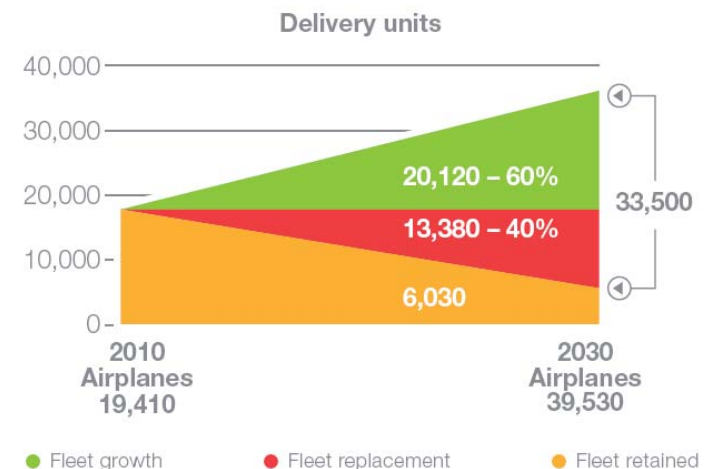
Source : Global Market Forecast 2011-2030

For Boeing
33 500 new large aircraft

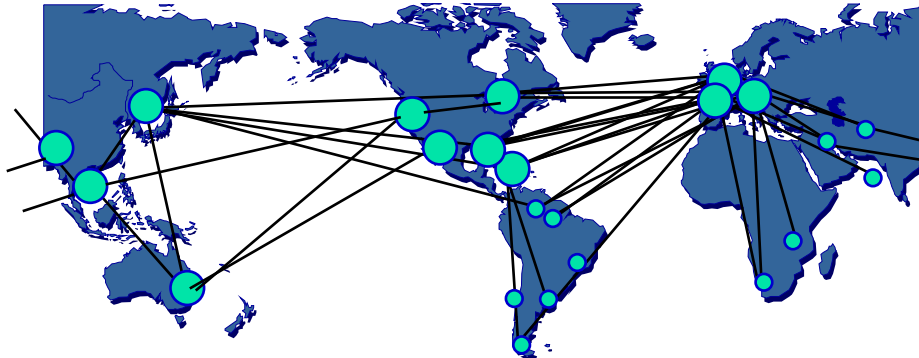
Source : Current Market Outlook 2011-2030

Fleet developments

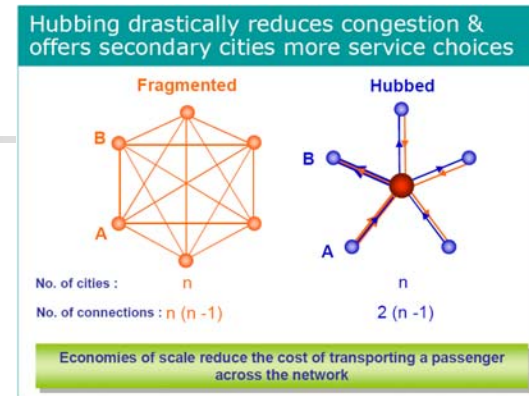
Over half of new deliveries are for growth



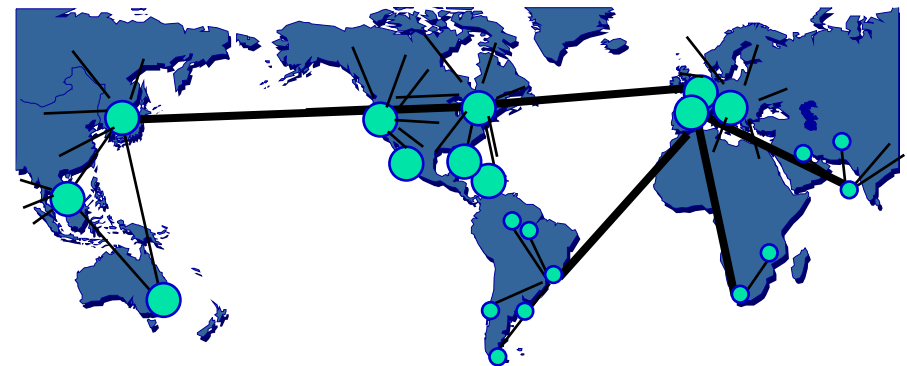
Développement du réseau



- increase number of flights
increase number of connections
- fragmentation
 - point to point services
 - smaller size long range aircraft



- increase seat capacity
concentrate passenger flow
- concentration
 - hub and spoke services
 - larger capacity aircraft

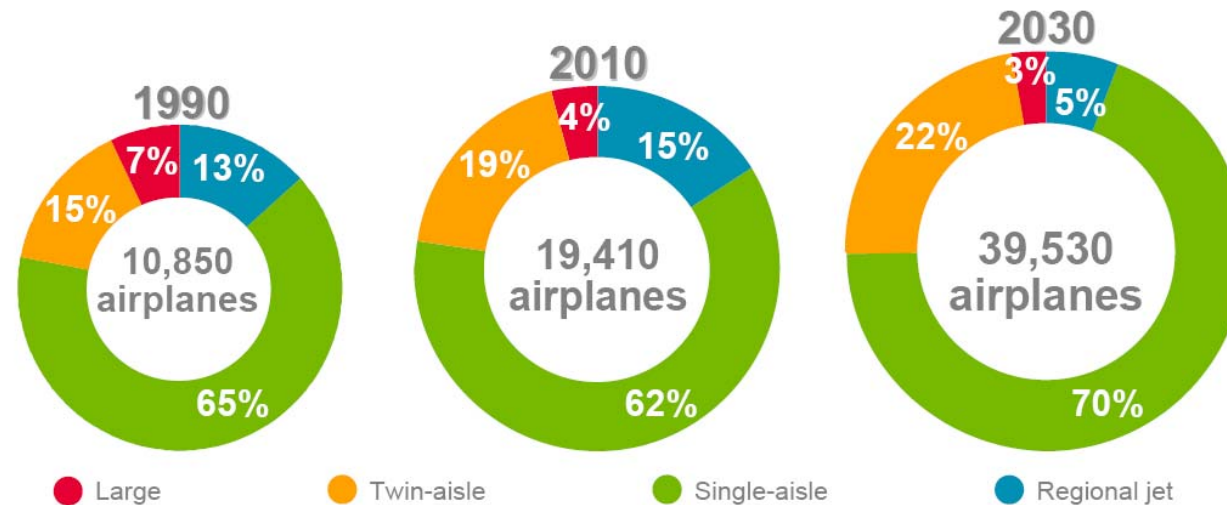


➔ Both ways of growth will appear in parallel

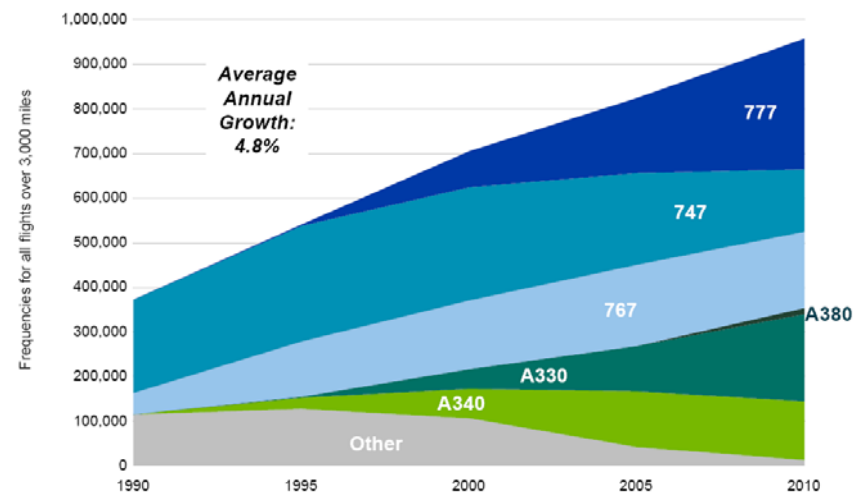


Evolution des flottes

Source : Current Market Outlook 2011-2030



Data Source: Ascend & Boeing CMO



Data source: August OAG

Estimation de la demande 2011-2030

20-year new deliveries of passenger and freight aircraft



19,170 single-aisle aircraft



6,910 twin-aisle aircraft



1,780 very large aircraft

Passenger aircraft (≥ 100 seats)

Jet freight aircraft (>10 tons)

Market value of \$3.5 trillion

Airbus

Source : Global Market Forecast 2011-2030

GMF 2011 key numbers and 20-year change

World fleet forecast	2010	2030	% change
RPK (trillion)	4.8	12.3	157%
Passenger aircraft fleet	15,000	31,420	109%
New passenger aircraft deliveries	-	26,920	-
Dedicated freighters	1,600	3,450	+116%
New freighter aircraft deliveries	-	930	-
Total new aircraft deliveries		27,850	

Boeing

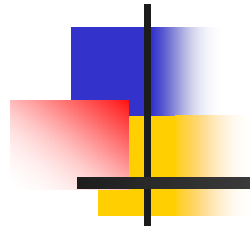
Source : Current Market Outlook 2011-2030

Airplanes in service 2010 and 2030			Demand by size 2011 to 2030		
Size	2010	2030	Size	New airplanes	Value (\$B)
Large	770	1,140	Large	820	270
Twin aisle	3,640	8,570	Twin aisle	7,330	1,770
Single aisle	12,100	27,750	Single aisle	23,370	1,950
Regional jets	2,900	2,070	Regional jets	1,980	70
Total	19,410	39,530	Total	33,500	4,060



Sommaire – Etude de marché

- Introduction
- Présentation générale du trafic aérien
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- **Environnement**
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion



L'environnement

- Les impacts environnementaux de l'aviation
 - Bruit : la contrainte environnementale historique
 - CO2 et le réchauffement climatique : le sujet central
 - La pollution locale : un problème grandissant
- ➔ Nécessité de s'intégrer dans une démarche de développement durable

- Autres conséquences du développement durable sur l'aviation civile
 - Construction : recyclage
 - Consommation d'énergie : économiser l'énergie
 - Dimension humaine : préserver l'activité humaine

- Objectifs technologiques définis par l'ACARE à l'horizon 2020
 - Réduction de 50% des émissions de CO₂
 - Réduction de 80% des émissions de NO_x
 - Réduction de 50% du bruit perçu
 - ...

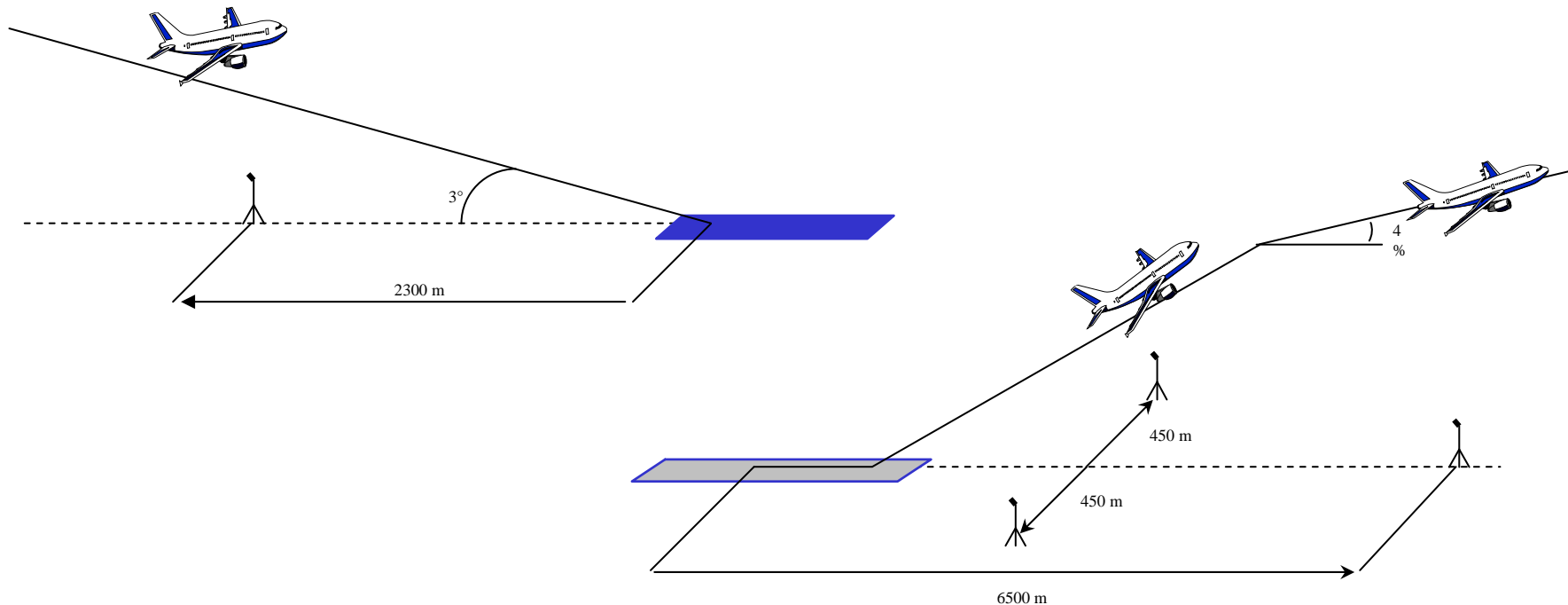
- Les actions mises en place :
 - La réduction du bruit émis
 - La réduction du bruit perçu
 - L'amélioration de l'aménagement urbain

- Des restrictions opérationnelles se développent
 - Limitation du nombre de mouvements
 - Interdiction de certains avions

- Mise en place de taxes particulières

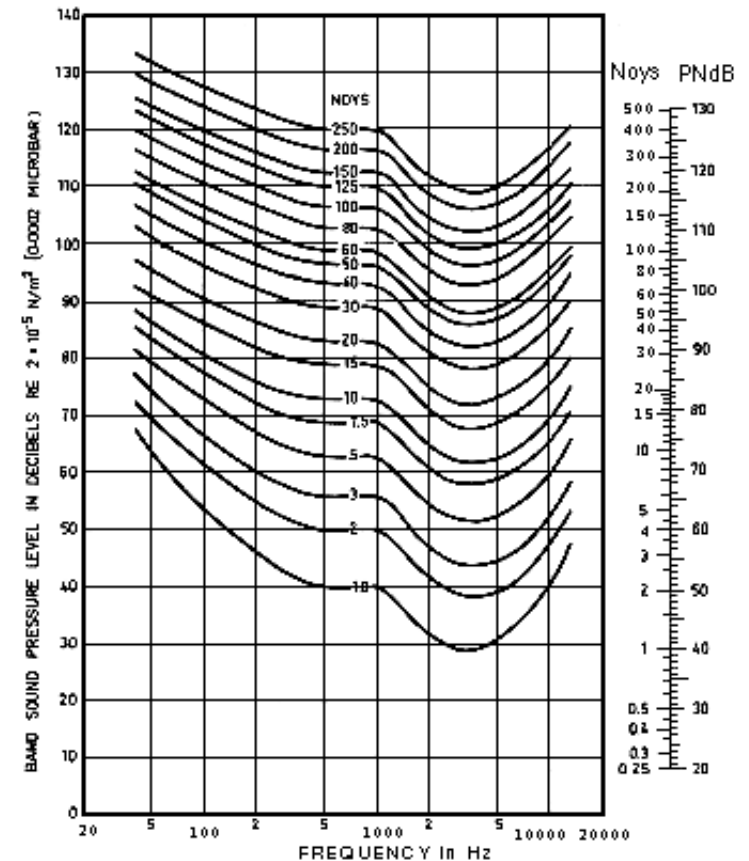
Bruit – Mesure du bruit / mesure de la gêne

- Le bruit du transport aérien
 - Certification au niveau international
 - Classification des aéronefs en fonction de l'annexe 16 de la Convention de Chicago de l'OACI



Bruit – Mesure du bruit

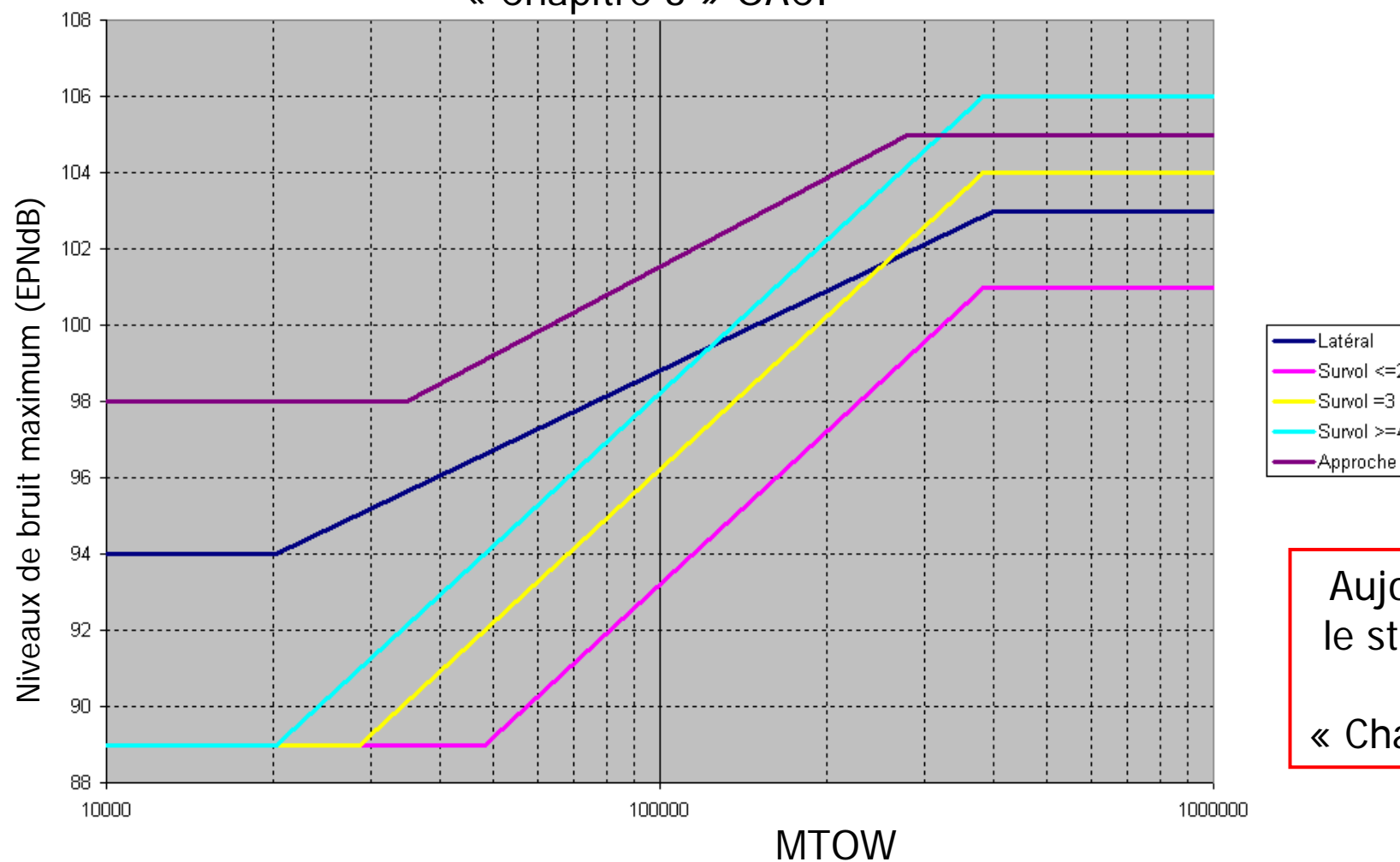
- Pour une même intensité totale, certains bruits seront perçus comme plus gênant
- PNL = Perceived Noise Level qui prend en compte la distribution des fréquences
- EPNL = Equivalent Perceived Noise Level qui prend en compte les irrégularités spectrales et le temps d'exposition au bruit





Bruit – Réglementation sur le bruit

« Chapitre 3 » OACI



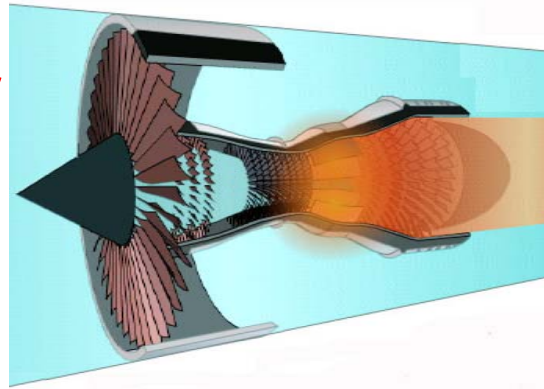
Aujourd'hui,
le standard :
« Chapitre 4 »

Bruit à la source

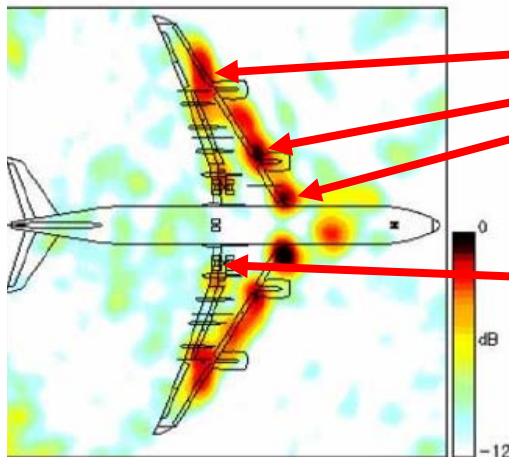
Les moteurs sont des sources de bruit importantes...
... MAIS ce ne sont pas les seules !

Bruit externe = bruit moteur + bruit aérodynamique

Soufflante et
Compresseurs



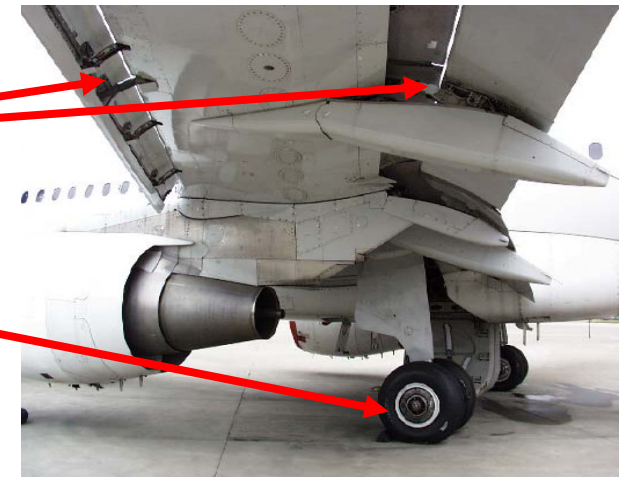
Jet
Soufflante,
Turbine et
Compresseurs



Dispositifs
hypersustentateurs
Becs et volets

Trains
d'atterrissage

+ fentes, cavités...





Bruit à la source

Atterrissage : Le bruit aérodynamique domine

Moteurs réduits

Dispositifs hypersustentateurs déployés

Trains d'atterrissage sortis

Décollage : Le bruit moteur domine

Poussée moteur maximale

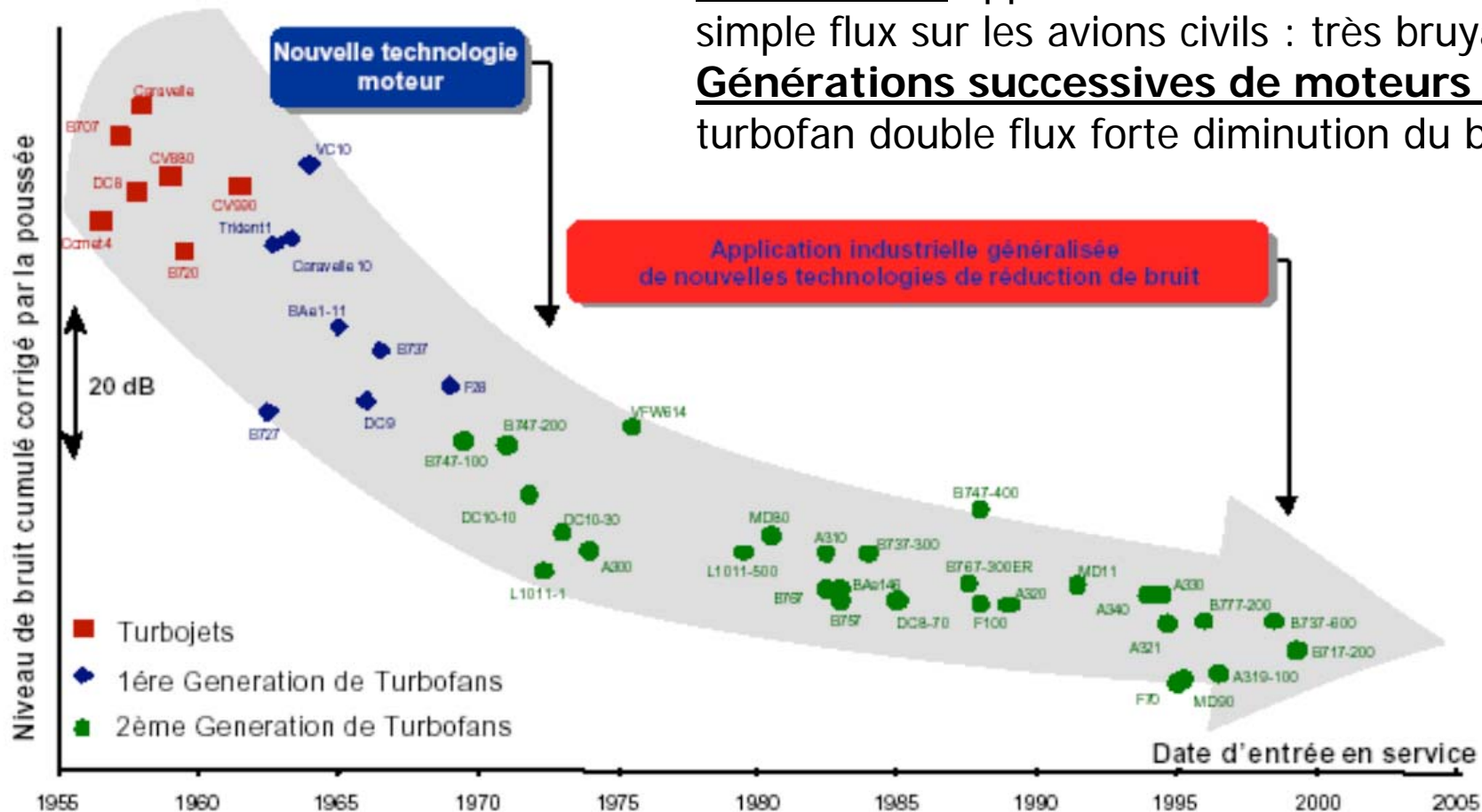
Dispositifs hypersustentateurs semi-déployés

Trains d'atterrissage rentrés

Bruit à la source

Solutions technologiques

Années 50 : apparition des turbo réacteurs simple flux sur les avions civils : très bruyants
Généralisations successives de moteurs : turbofan double flux forte diminution du bruit

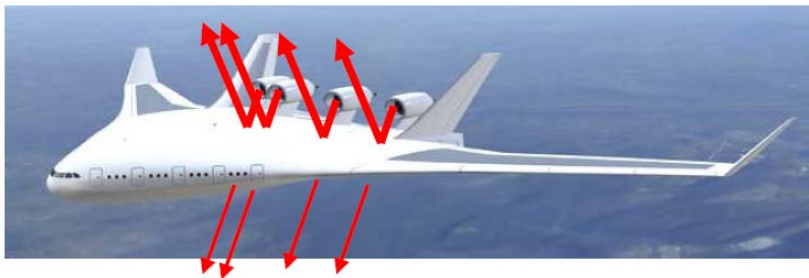


Bruit à la source

Solutions technologiques

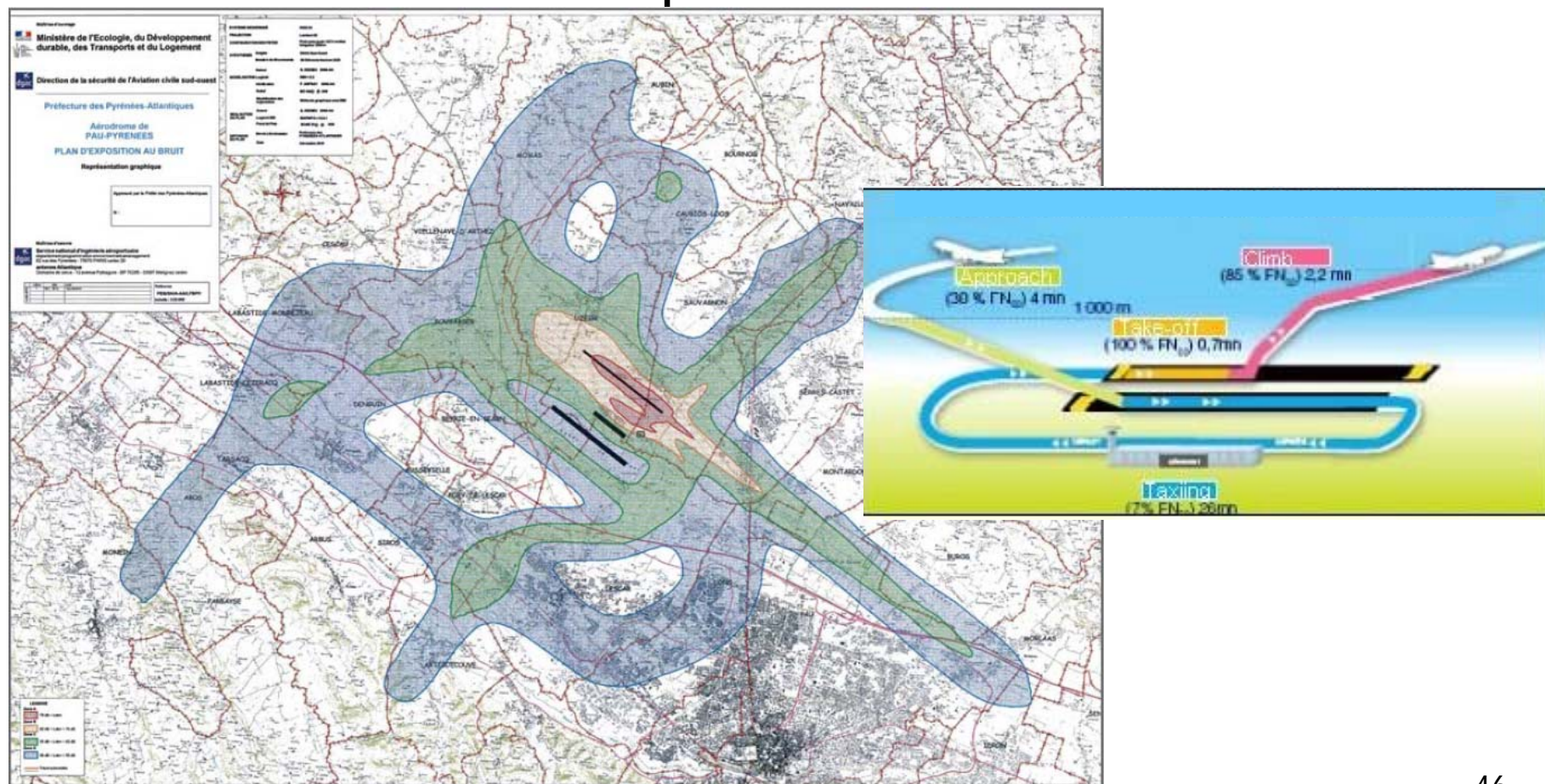


- Restriction d'accès aux plateformes aéroportuaires (ex : créneaux horaires)
- Procédures de vols (ex : Approche descente continue, procédures décollage moindre bruit, interdiction d'utilisation des reverses)
- Configuration avion (ex: masquage des sources de bruit)



Amélioration de l'aménagement urbain

- Définition de zone d'exposition au bruit autour des aéroports





Emissions – Effet de serre

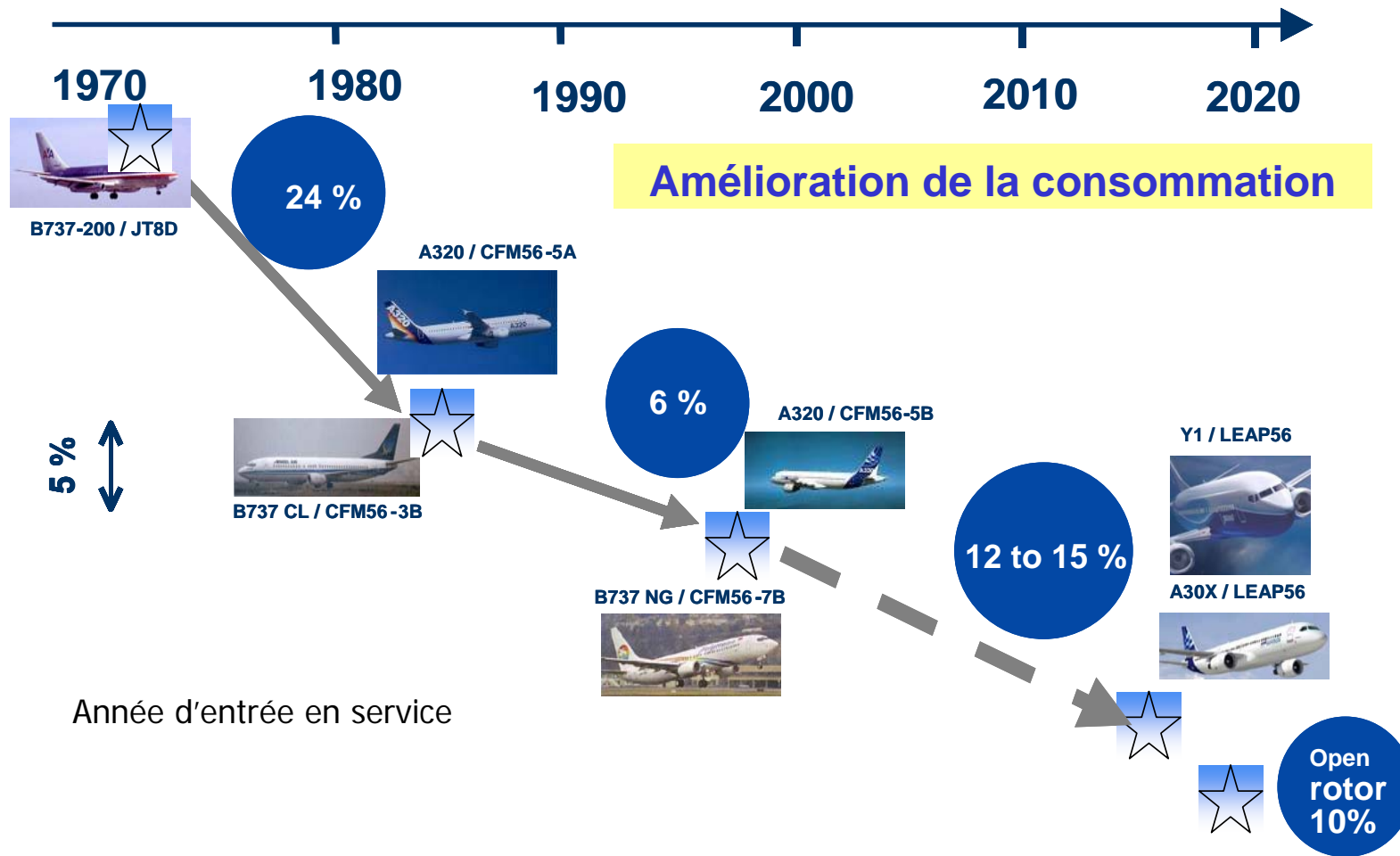
- Le transport aérien rejette des gaz à effet de serre
 - Le réchauffement planétaire est lié à l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre. Les activités humaines contribuent à cette augmentation ce qui favorise la captation de l'énergie solaire
 - Cette question est devenue un sujet d'inquiétude majeur pour les populations
 - Le transport est responsable de 28% du total des émissions de gaz à effet de serre
 - Le transport aérien est responsable de 13% des émissions liées au transport
- Le transport aérien contribue autour de 2% des émissions globales de CO₂ et 1.6% du total des émissions de gaz à effet de serre



Emissions – Effet de serre

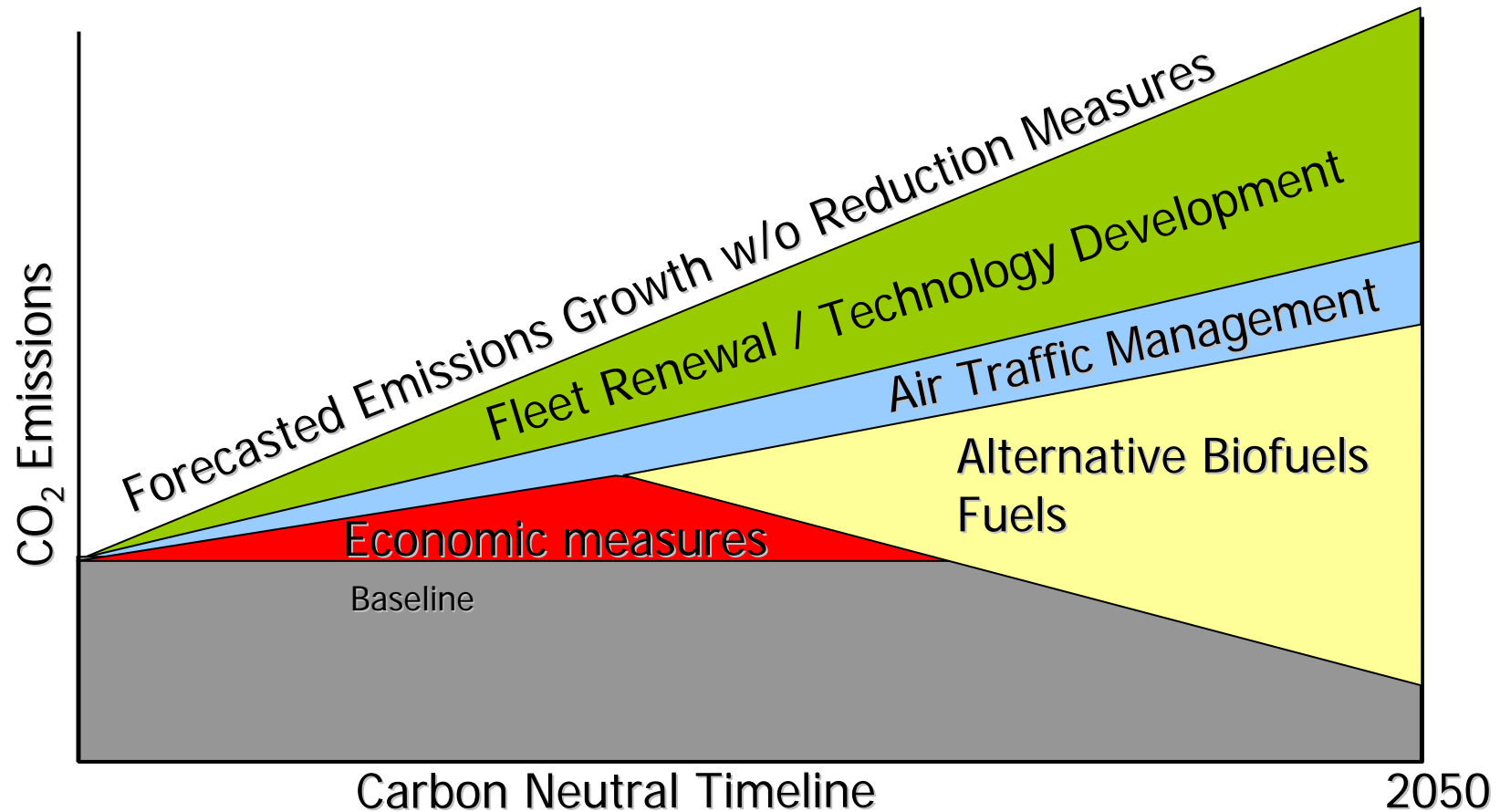
- Les émissions de gaz à effet de serre dans l'aviation sont directement reliées à la consommation de carburant
- Depuis des années, des efforts sont faits pour réduire la consommation de carburant
 - Raisons économiques et de compétitivité
 - Carburant =
 - Avant : 10% des coûts des compagnies aérienne
 - Maintenant : jusqu'à 40% (et même plus pour les long-courriers)

Emissions – Amélioration de la consommation



Emissions – CO₂

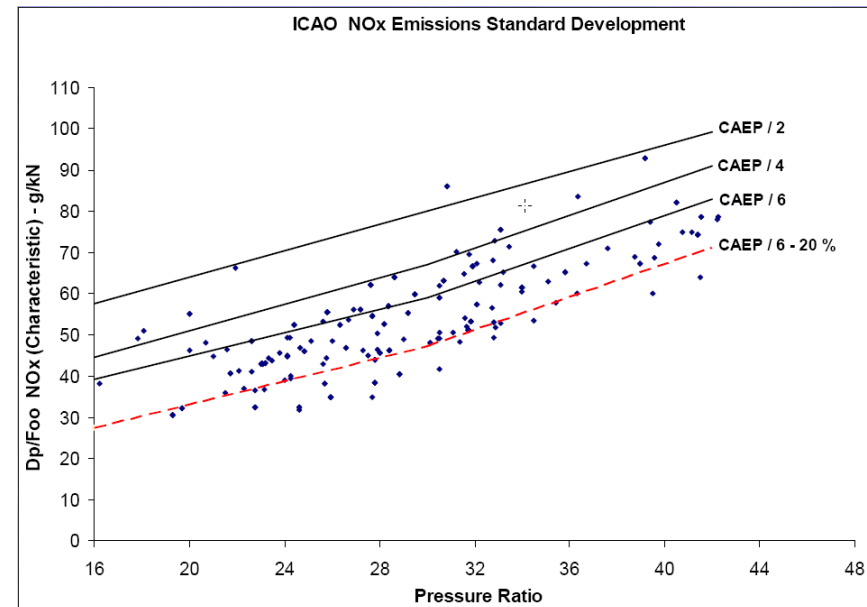
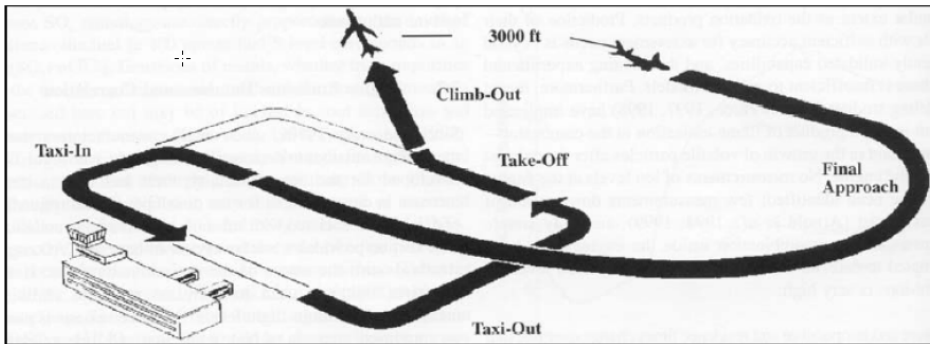
Vision IATA pour lutter contre l'émission de CO₂



Emissions – Réglementation

- La réglementation sur les émissions concerne aujourd'hui :
 - NO_x
 - UHC
 - CO
 - Fumée

➔ Traitement de la pollution locale
- Pas encore de réglementation sur les particules, H_2O et CO_2 ...
- Les niveaux d'exigences augmentent progressivement



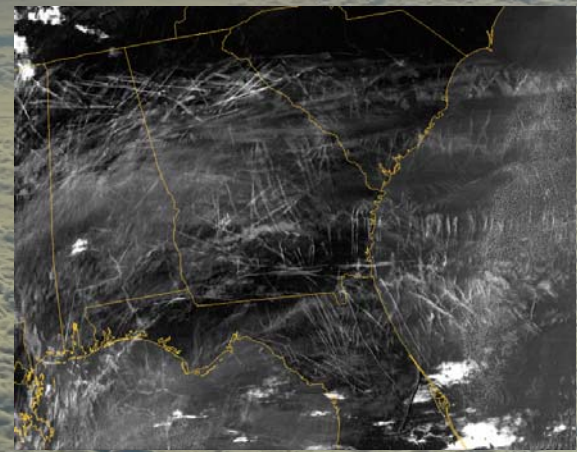
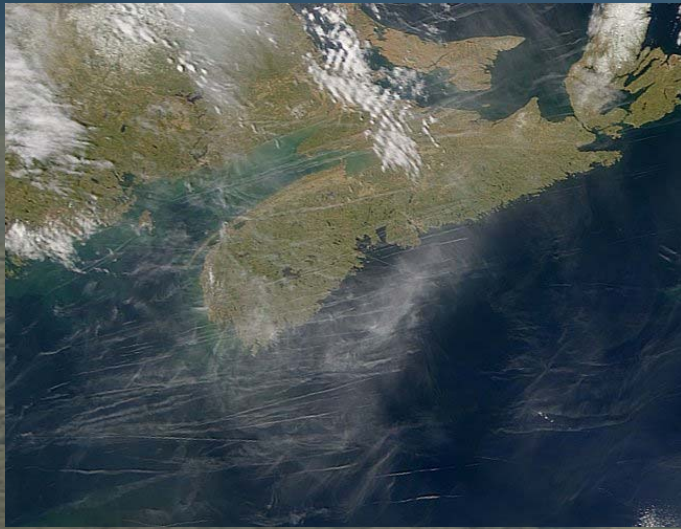
Trainées de condensation



Un phénomène visible...



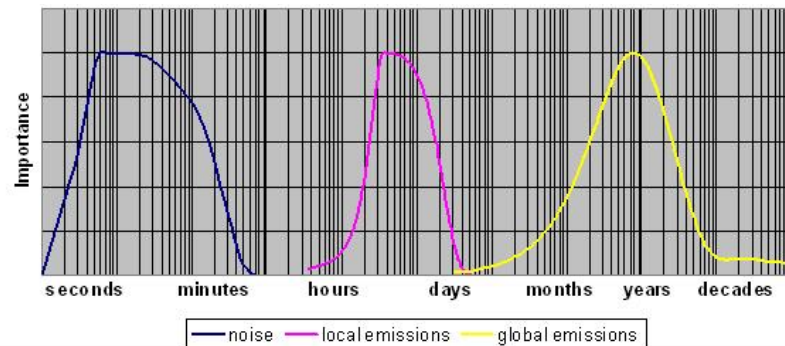
..mais un impact discutable



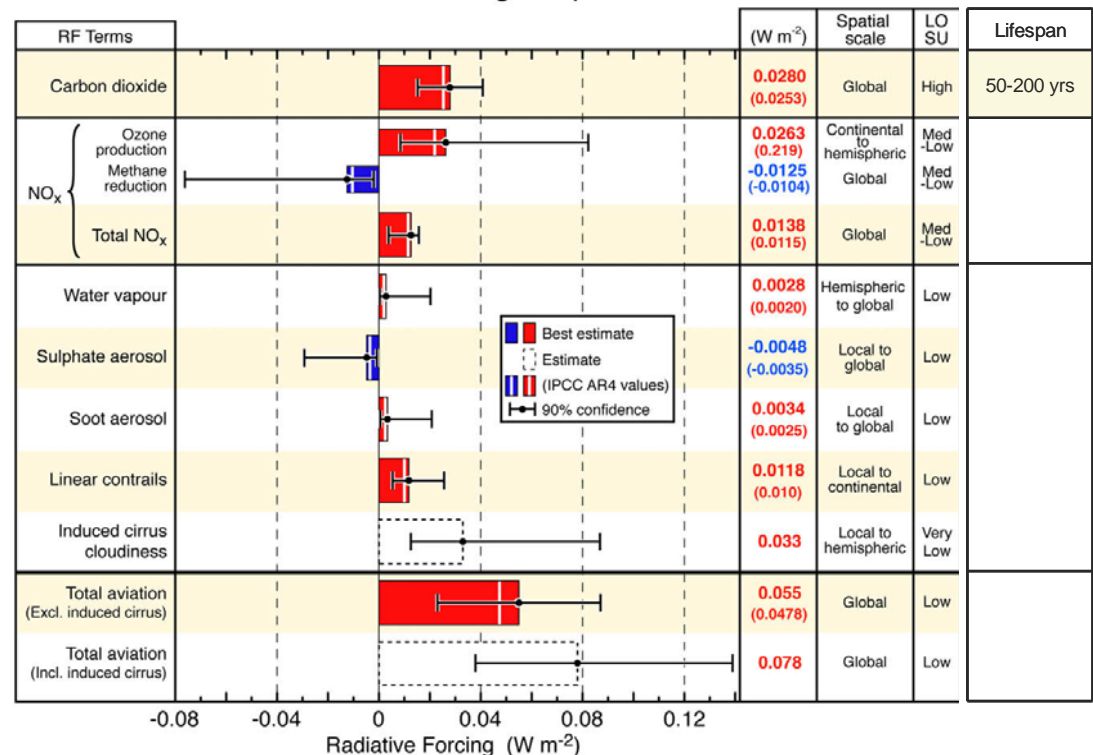


Environnement – Effets locaux et globaux

- En fonction du type d'empreinte, l'impact environnemental de l'avion varie de quelques secondes à plusieurs dizaines d'années, de quelques kilomètres à la Terre entière

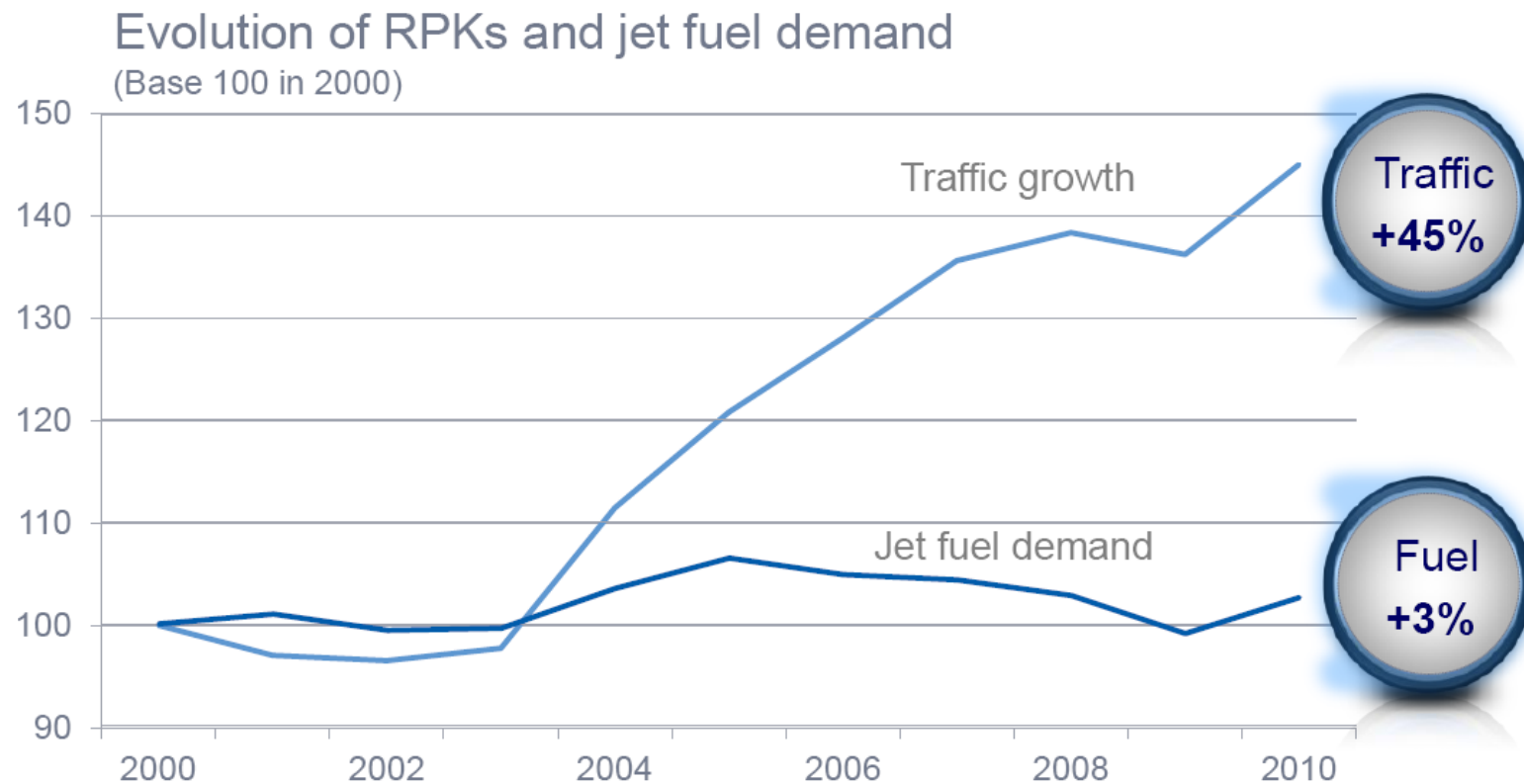


Aviation Radiative Forcing Components in 2005



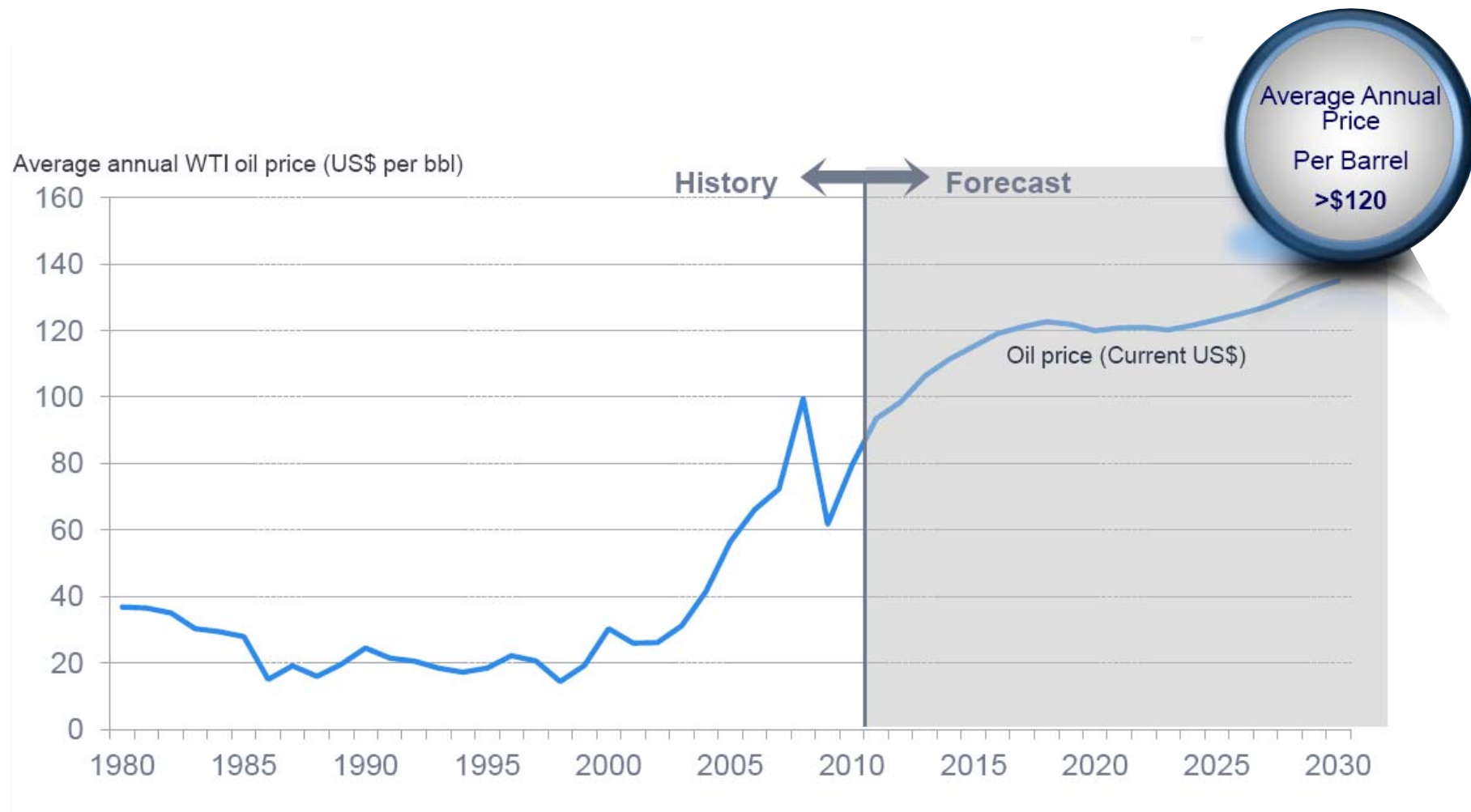


Environnement – Carburant (trafic vs demande)



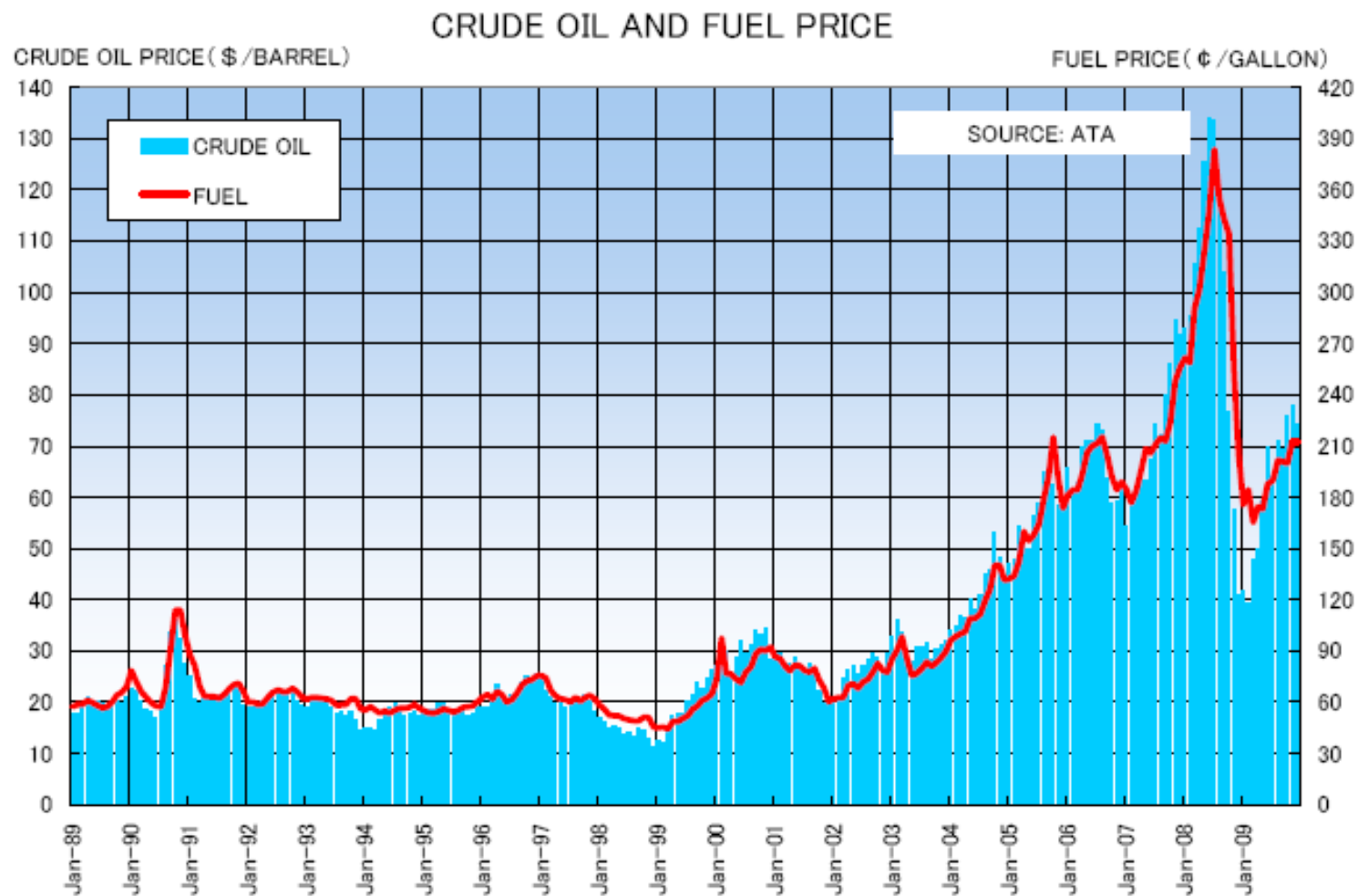
Jet fuel demand data: CERA (millions of barrels of jet fuel)

Environnement – Carburant (prix)





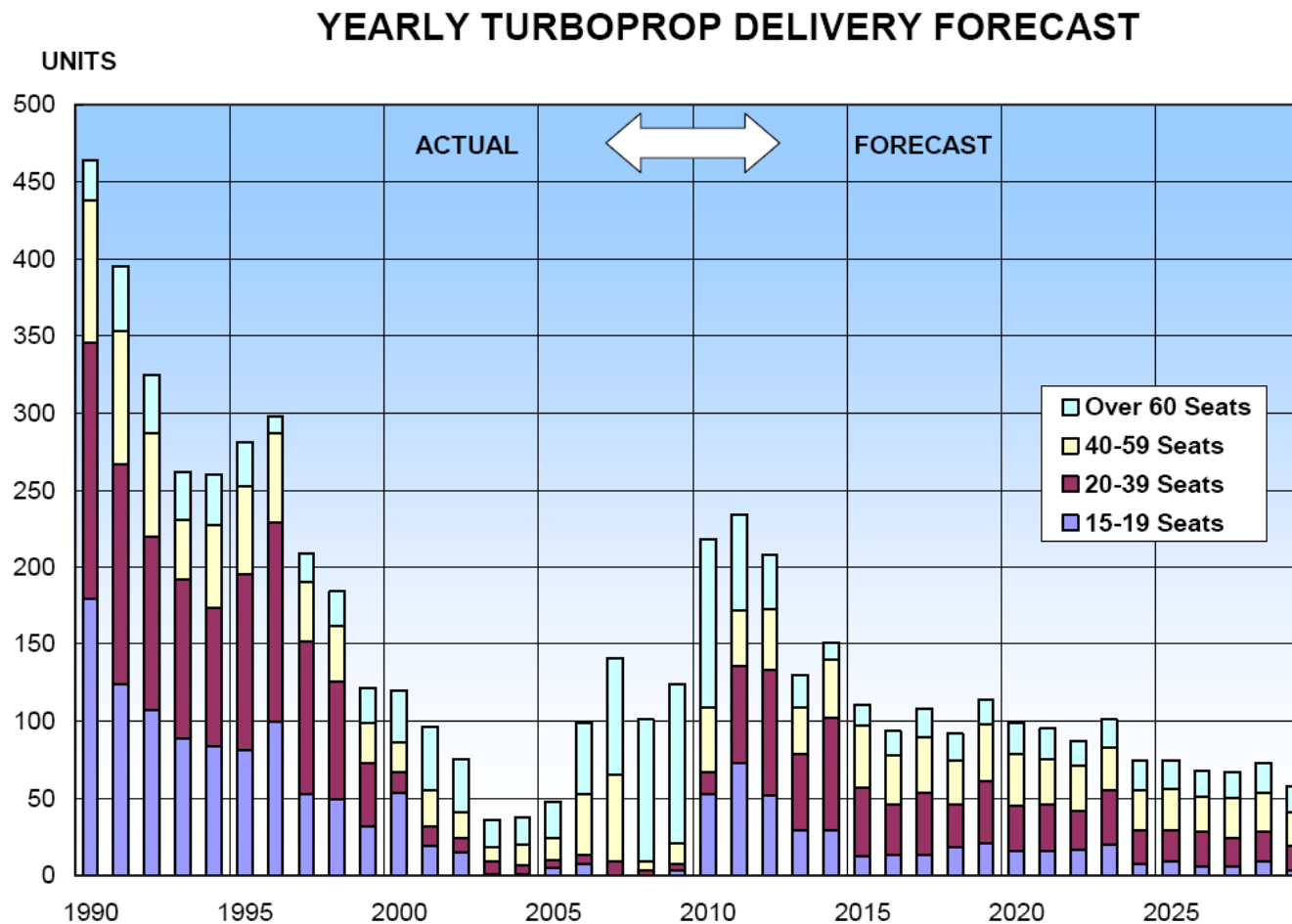
Environnement – Carburant (prix)





Environnement – Carburant (prix)

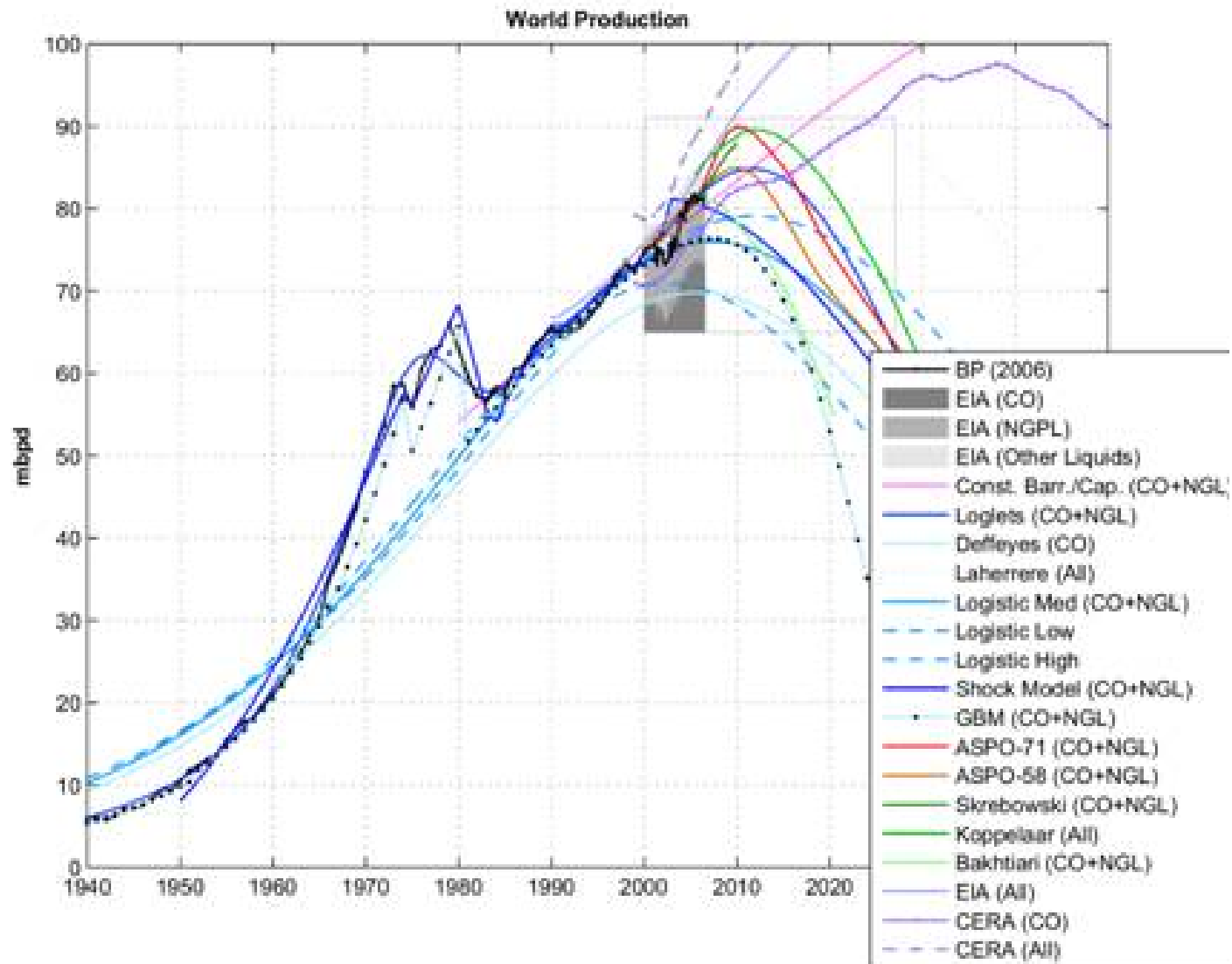
Les augmentations très significatives du prix du carburant ont fortement contribué à relancer la demande pour les turboprop



Source : Worldwide Market Forecast 2010-2029



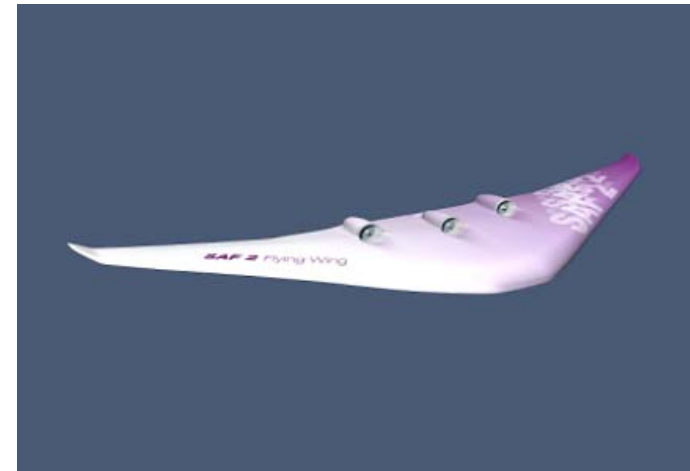
Carburant (scénarii futurs et peak oil)



Remplacement du kérosène

Le kérosène synthétique et les biocarburants de 2^{ème} génération sont des compléments potentiels pour réduire les émissions de CO2

Pas d'impossibilité technique pour l'utilisation du LH2 mais nécessité de modifications importantes des infrastructures



Carburant fossiles

Kérosène synthétique

2^{ème} génération de biocarburant

LH2

2000

2010

2020

2030

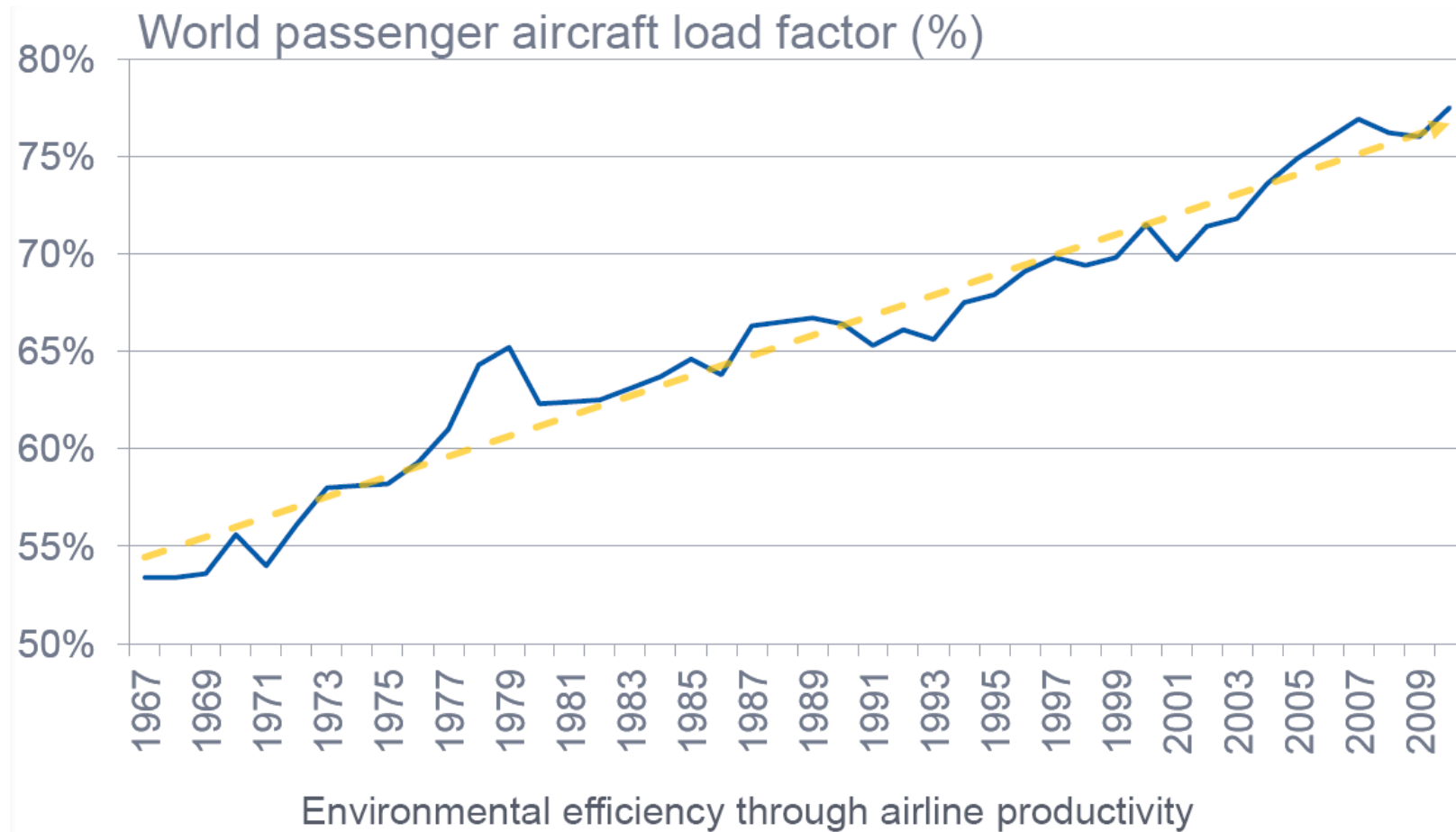
2040

2050

La priorité doit être maintenue sur la réduction de la consommation carburant. Les avions de la prochaine génération seront conçus pour des carburants similaires au kérosène.



Environnement – Amélioration de la productivité

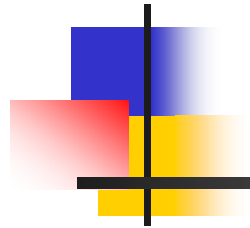


Source : Global Market Forecast 2011-2030



Sommaire – Etude de marché

- Introduction
- Présentation générale du trafic aérien
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- Environnement
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion



La sécurité et la navigabilité

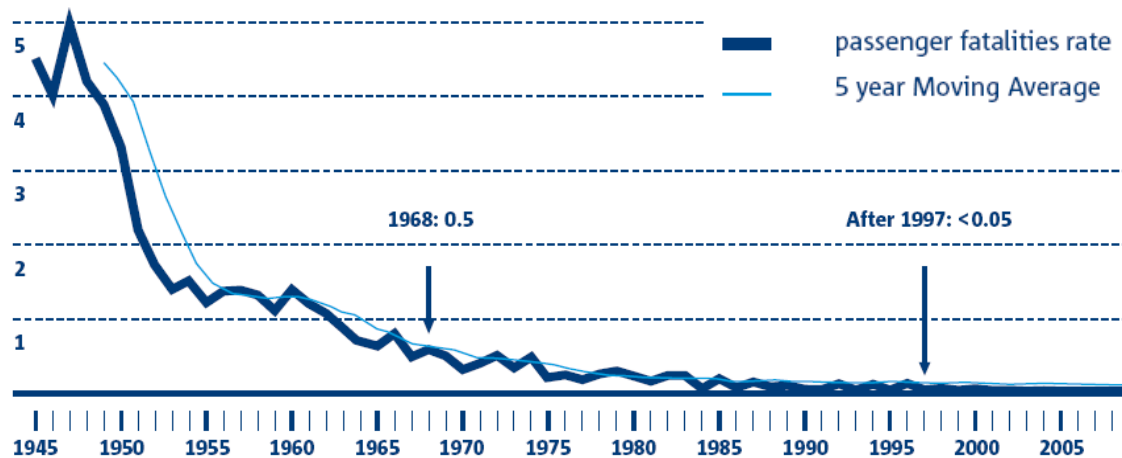
Niveau de sécurité
Les règlements techniques



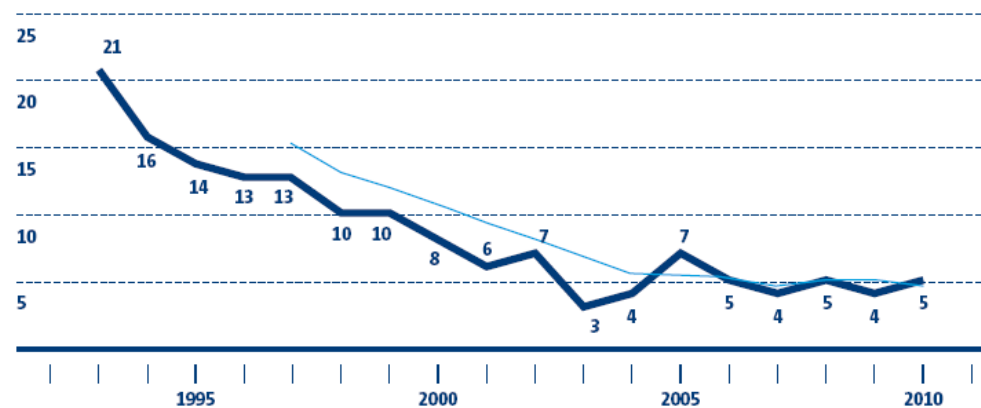
Niveau de sécurité

Source : European Aviation Safety Agency – Annual Safety Review 2010

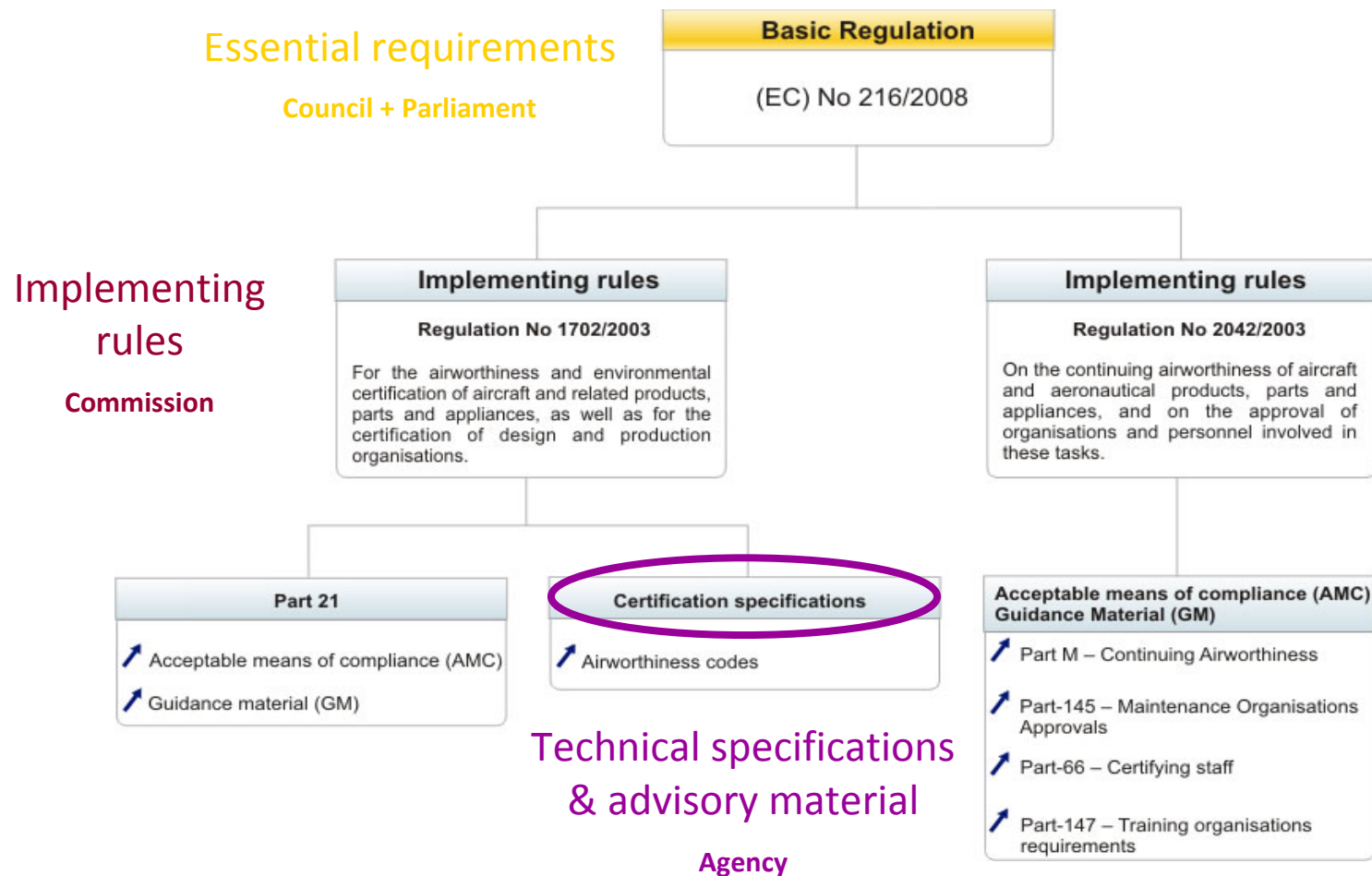
GLOBAL PASSENGER FATALITIES PER 100 MILLION PASSENGER MILES, SCHEDULED COMMERCIAL AIR TRANSPORT OPERATIONS, EXCLUDING ACTS OF UNLAWFUL INTERFERENCE



GLOBAL RATE OF ACCIDENTS INVOLVING PASSENGER FATALITIES PER 10 MILLION FLIGHTS, SCHEDULED COMMERCIAL AIR TRANSPORT OPERATIONS, EXCLUDING ACTS OF UNLAWFUL INTERFERENCE



Réglementation EU/EASA : les 3 niveaux





Réglementation EU/EASA :

http://www.easa.europa.eu/ws_prod/g/rg_certspecs.php

La réglementation technique est contenue dans les « Certification Specifications ».

Les CS dépendent du type d'opération et de la taille.

- ↗ [CS-22](#) (Sailplanes and Powered Sailplanes)
- ↗ [CS-23](#) (Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes)
- ↗ [CS-25](#) (Large Aeroplanes)
- ↗ [CS-27](#) (Small Rotorcraft)
- ↗ [CS-29](#) (Large Rotorcraft)
- ↗ [CS-31HB](#) (Hot Air Balloons)
- ↗ [CS-34](#) (Aircraft Engine Emissions and Fuel Venting)
- ↗ [CS-36](#) (Aircraft Noise)
- ↗ [CS-APU](#) (Auxiliary Power Units)
- ↗ [CS-AWO](#) (All Weather Operations)
- ↗ [CS-E](#) (Engines)
- ↗ [CS-ETSO](#) (European Technical Standard Orders)
- ↗ [CS-Definitions](#) (Definitions and Abbreviations)
- ↗ [CS-P](#) (Propellers)
- ↗ [CS-VLA](#) (Very Light Aeroplanes)
- ↗ [CS-VLR](#) (Very Light Rotorcraft)
- ↗ [AMC-20](#) (General Acceptable Means of Compliance for Airworthiness of Products, Parts and Appliances)

Le « Code of Federal Regulation Part 14 » inclut les exigences réglementaires techniques liées à la certification des aéronefs « Airworthiness Standards ».

- ▶ **Part 21 - CERTIFICATION PROCEDURES FOR PRODUCTS AND PARTS**
- ▶ **Part 23 - AIRWORTHINESS STANDARDS: NORMAL, UTILITY, ACROBATIC, AND COMMUTER CATEGORY AIRPLANES**
- ▶ **Part 25 - AIRWORTHINESS STANDARDS: TRANSPORT CATEGORY AIRPLANES**
- ▶ **Part 26 - CONTINUED AIRWORTHINESS AND SAFETY IMPROVEMENTS FOR TRANSPORT CATEGORY AIRPLANES**
- ▶ **Part 27 - AIRWORTHINESS STANDARDS: NORMAL CATEGORY ROTORCRAFT**
- ▶ **Part 29 - AIRWORTHINESS STANDARDS: TRANSPORT CATEGORY ROTORCRAFT**
- ▶ **Part 31 - AIRWORTHINESS STANDARDS: MANNED FREE BALLOONS**
- ▶ **Part 33 - AIRWORTHINESS STANDARDS: AIRCRAFT ENGINES**
- ▶ **Part 34 - FUEL VENTING AND EXHAUST EMISSION REQUIREMENTS FOR TURBINE ENGINE POWERED AIRPLANES**
- ▶ **Part 35 - AIRWORTHINESS STANDARDS: PROPELLERS**
- ▶ **Part 36 - NOISE STANDARDS: AIRCRAFT TYPE AND AIRWORTHINESS CERTIFICATION**

Les règlements FAA et EASA sont pour une grande part harmonisés.
Des différences existent cependant et doivent être prises en compte.



Règlement technique applicable

Type d'avions	Règlement applicable en Europe avant le 28/09/2003	Règlement applicable en Europe après le 28/09/2003	Règlement applicable aux États-unis
Grands avions de transport (M>19000 lbs)	JAR 25	CS 25	FAR 25
Avions légers (M<19000 lbs)	JAR 23	CS 23	FAR 23

Contenu de la CS25

BOOK 1 – AIRWORTHINESS CODE

SUBPART A	–	GENERAL
SUBPART B	–	FLIGHT
SUBPART C	–	STRUCTURE
SUBPART D	–	DESIGN AND CONSTRUCTION
SUBPART E	–	POWERPLANT
SUBPART F	–	EQUIPMENT
SUBPART G	–	OPERATING LIMITATIONS AND INFORMATION
SUBPART H	–	ELECTRICAL WIRING INTERCONNECTION SYSTEMS
SUBPART J	–	AUXILIARY POWER UNIT INSTALLATION
APPENDIX A		
APPENDIX C		
APPENDIX D		
APPENDIX F		
APPENDIX H	–	INSTRUCTIONS FOR CONTINUED AIRWORTHINESS
APPENDIX I	–	AUTOMATIC TAKEOFF THRUST CONTROL SYSTEM (ATTCS)
APPENDIX J	–	EMERGENCY DEMONSTRATION
APPENDIX K	–	INTERACTION OF SYSTEMS AND STRUCTURE
APPENDIX L		
APPENDIX M	–	FUEL TANK FLAMMABILITY REDUCTION MEANS
APPENDIX N	–	FUEL TANK FLAMMABILITY EXPOSURE

BOOK 2 – ACCEPTABLE MEANS OF COMPLIANCE (AMC)

INTRODUCTION
AMC – SUBPART B
AMC – SUBPART C
AMC – SUBPART D
AMC – SUBPART E
AMC – SUBPART F
AMC – SUBPART G
AMC – SUBPART H
AMC – SUBPART I
AMC – APPENDICES
GENERAL AMC _s

Exigences structurales

Exigences systèmes

Autres exigences



Impact sur le processus de conception

- Définition des bases de certification
 - = règlement applicable à l'avion
 - = règlement en vigueur au moment de la demande de certification de type + conditions spéciales
 - Attention : bases de certification figées pour 5 ans
- L'avion peut voler partout dans le monde...
 - ... à condition d'avoir un certificat de type valide dans tous les pays
 - ➔ Nécessité de prendre en compte les règlements applicables dans ces pays dès le début
- Règle du grand-père



Réglementation – processus général

- Démonstration de conformité avant l'entrée en service
 - A380 a reçu le certificat de type le 12-12-2006
 - Dassault Falcon F7X le 27-04-2007
 - Boeing 787 le 26-08-2011
 - Airbus A350-XWB en cours de certification
- Maintien du niveau de sécurité
 - Suivi de navigabilité (aviation civile)
 - A300, A310, famille A320, A330, A340
 - Suivi en service (domaine militaire)



Sommaire – Etude de marché

- Introduction
- Présentation générale du trafic aérien
- Facteurs économiques qui influencent le trafic
- Tendances et prévisions
- Environnement
- Sécurité et navigabilité
- Conclusion



Conclusion

- Permet de définir les Exigences Haut Niveau qui constituent la Spécification Générale de l'avion :
 - Charge utile et type de charge utile
 - Rayon d'action / durée de survol
 - Vitesse de croisière
 - Altitude de croisière
 - Longueur de décollage et d'atterrissage
 - Réserves de carburant
 - Performances (montée, manœuvres)
 - Exigences réglementaires de sécurité
 - Exigences réglementaires liées à l'environnement
 - Date d'entrée en service