Bordeaux, le 18 Novembre 2015

Comment volerons-nous en 2050 ?

ou

« les défis du transport aérien à l'horizon 2050 »

(Alain GARCIA)

Académie de l'Air et de l'Espace
Air and Space Academy

Objectifs de l' étude

- Réfléchir aux défis que rencontrera le transport aérien civil d'ici à 2050, *en s'appuyant sur des:*
  - Membres de l'Académie
  - Autres experts de l'aviation et de l'espace
- Faire des recommandations
  - Colloque Juin 2012 à Toulouse
  - Dossier AAE N° 38

***Remarque** : La présente étude est basée sur une méthode logique en prenant des hypothèses d'évolution des paramètres significatifs à 2050. Les résultats pourront être mis à jour en fonction de la réalité de leur évolution.*

Découpage des Etudes thématiques (secteurs)

- Démographie, Société,
- Volume du Marché
- Construction Aéronautique
- Energie
- Environnement
- Structures d'Exploitation
- Gestion de la circulation aérienne (ATM)
- Qualité de Service (incluant Sécurité)

Originalité de la démarche: faire une itération inter-sectorielle

Démographie, Société

Démographie

source: UN/Economics and Social Affairs: World Population Prospects

The 2010 revision - Medium variant

Populations

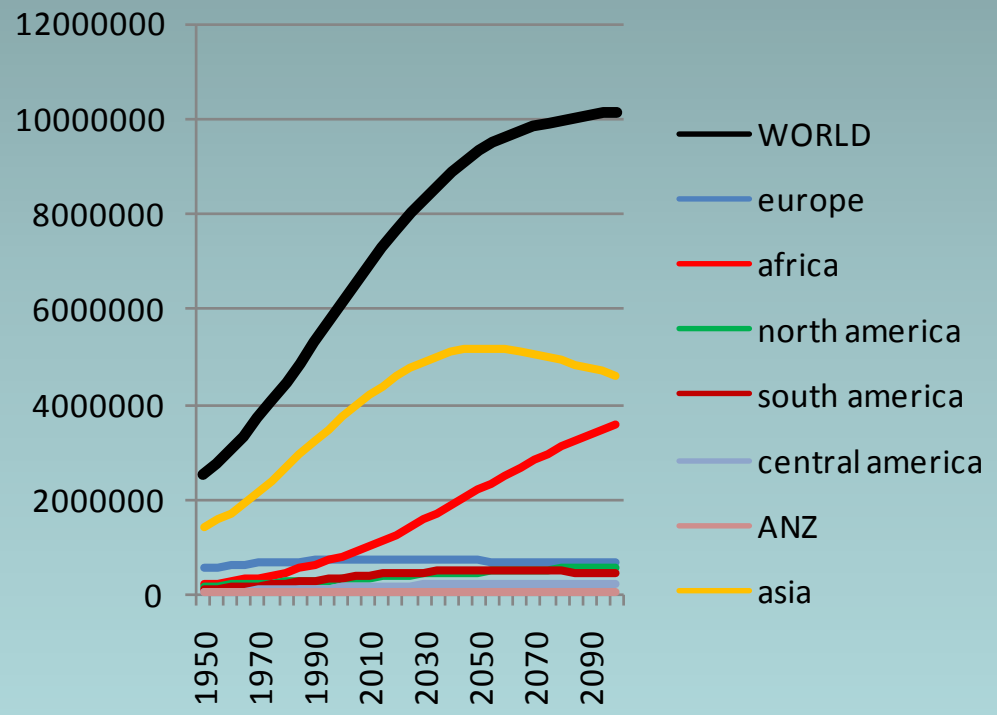
Now up to 2100: 10 billions

Europe decreasing after 2020

North America still growing

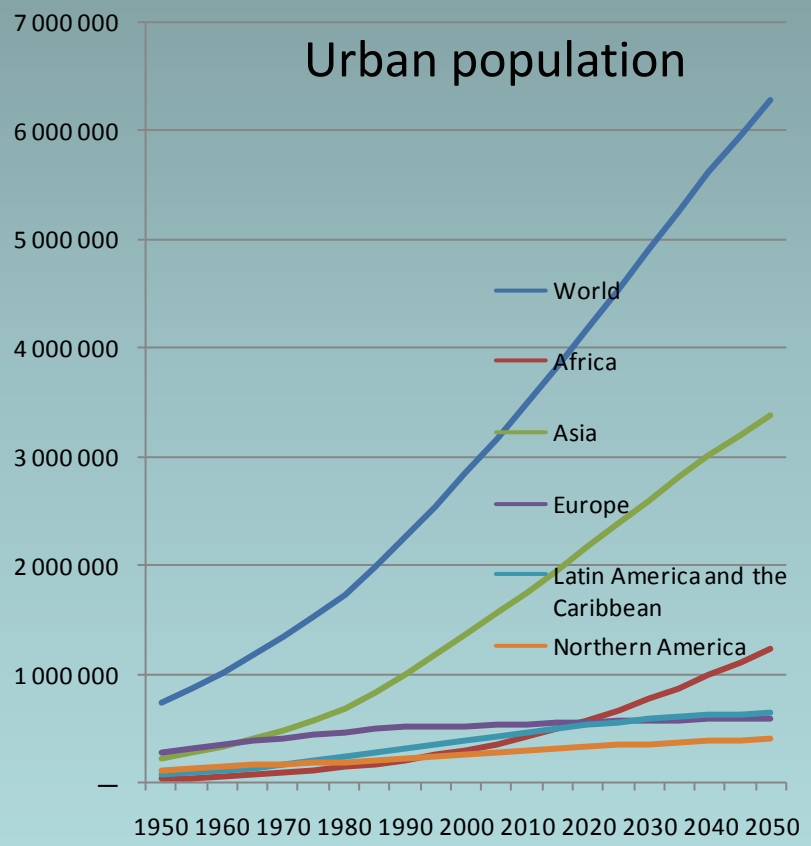
Asia decreasing after 2050

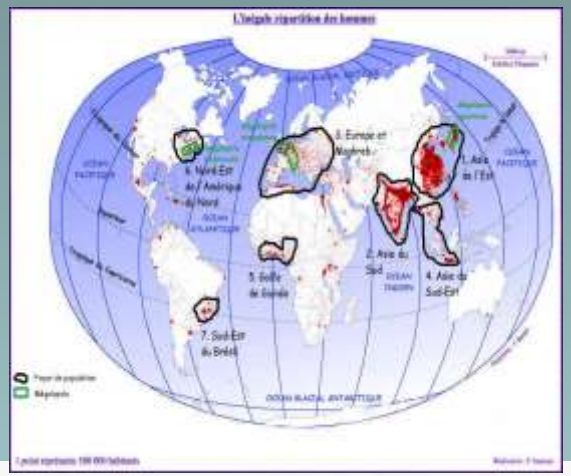
Africa towards1/3 of the world!/

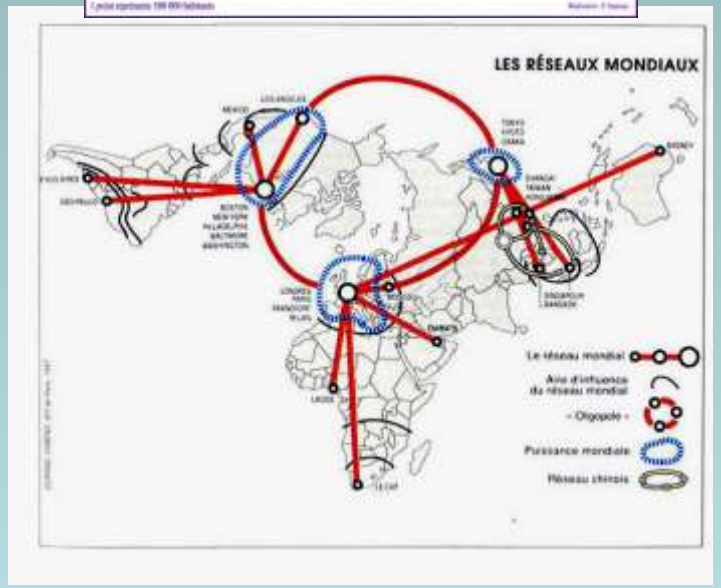


Société

Urbanisation et Megalopoles







Volume du Marché

Volume du marché

Une nouvelle approche du marché (passagers) pour trois raisons :

- *prévisions actuelles optimistes par rapport aux tendances à long terme,*

- *corrélation entre le CA « passagers aériens » et le PIB mondial (ref:LET de l'Univ LYON-Pr Crouzet)*

- *intégration du trafic aérien dans l'ensemble des déplacements (passagers).*

Modélisation du trafic régulier

Base de la modélisation :

- trafic aérien intégré dans l'ensemble des déplacements passagers :
(en compétition avec d'autres modes pour les parcours < 1000 km,
en position quasi-monopolistique pour les parcours > 1000 km)

*- **trafic unitaire « tous modes »** : proportionnel au PIB par personne.*

- ratio CA du transport aérien « passagers » mondial rapporté au PIB

$$Trafic(PKT) = \frac{(part.CA/PIB)\times(PIB.en.\$.ce2010)}{(prix.du.billet.en.\$.ce2010.par.passager\times km)}$$

avec : *- voir courbe ci-après:* $(CA/PIB)en\% = 0{,}85 - 0{,}1\times e^{-0{,}03\times(T-2010)}$

- évolution du PIB indiqué ci- après

- prix du billet évoluant avec efficacité et prix du pétrole.

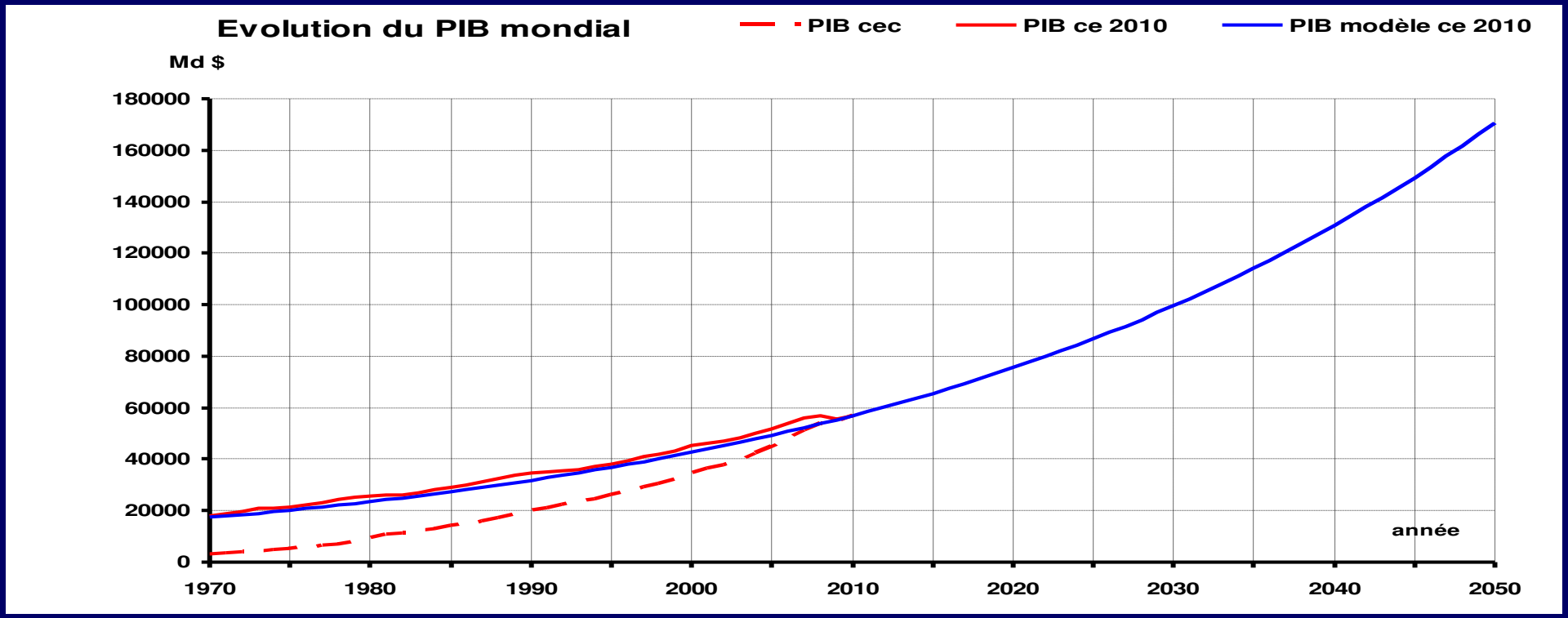
Modélisation du trafic régulier

1- évolution du PIB mondial (World Bank) :

en Conditions économiques 2010, facteur multiplicatif de:

3,1 constaté entre 1970 et 2010 (en moyenne 2,9% par an)

3,0 prévisionnel entre 2010 et 2050 (en moyenne 2,8% par an)



Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII)

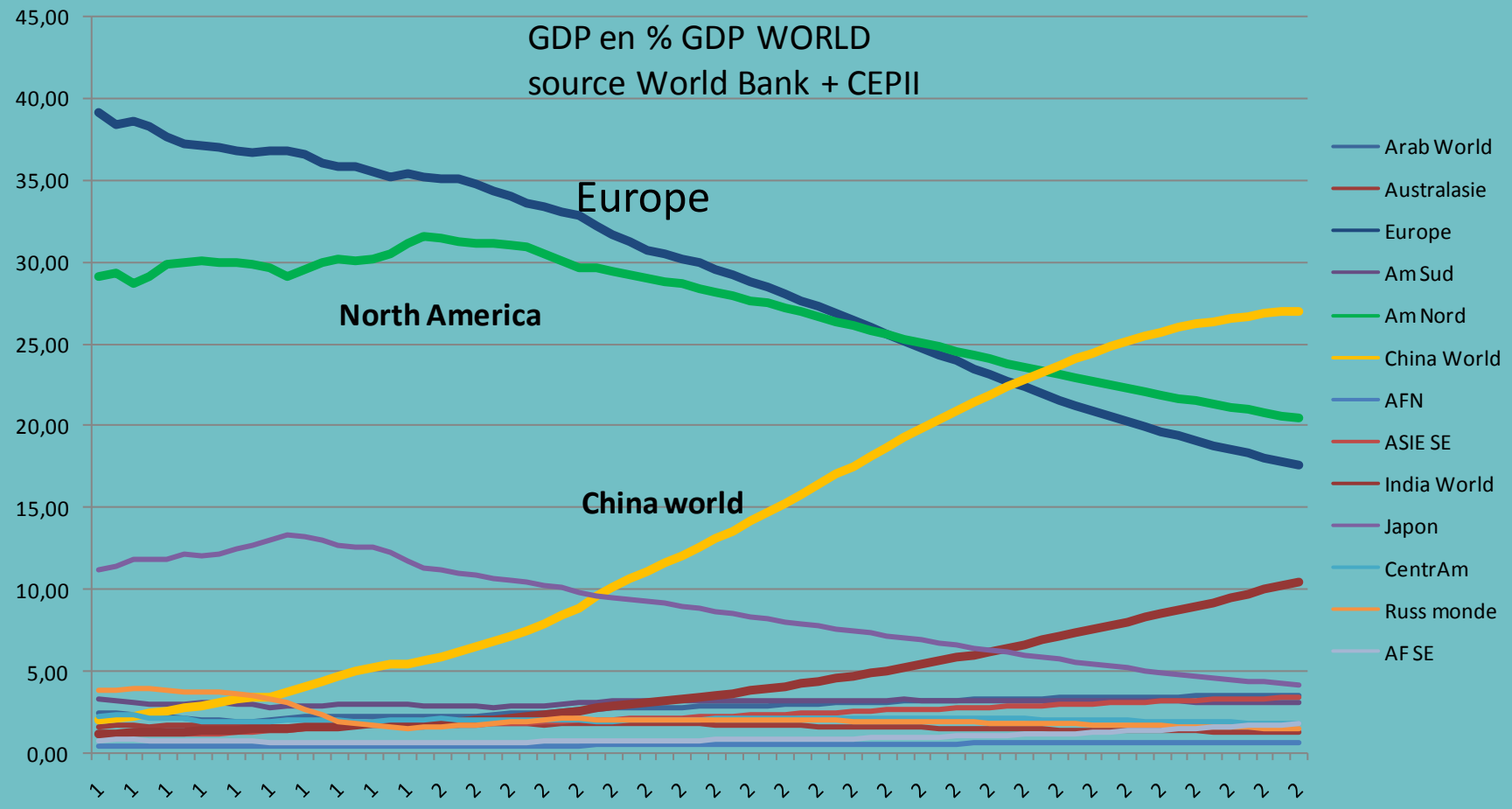
The world economy in 2050: a tentative picture

Jean Fouré, Agnès Bénassy-Quéré & Lionel Fontagné

World GDP growth
%per year since 1980
% per year
(source WB+ CEPII)

2050/2010
x3 or 2,8% y

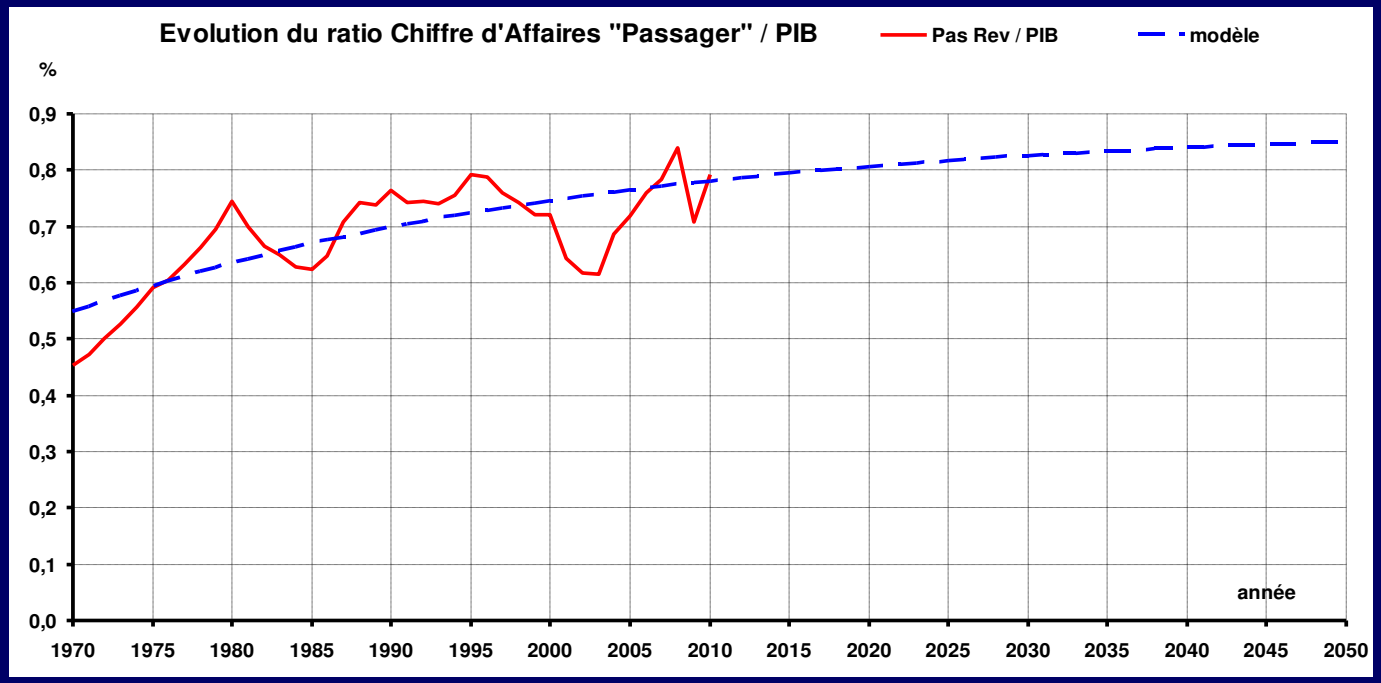
Le poids relatif du PIB des differentes zones est important pour le trafic



Modélisation du trafic régulier

2 - ratio CA du transport aérien « passagers » mondial rapporté au PIB

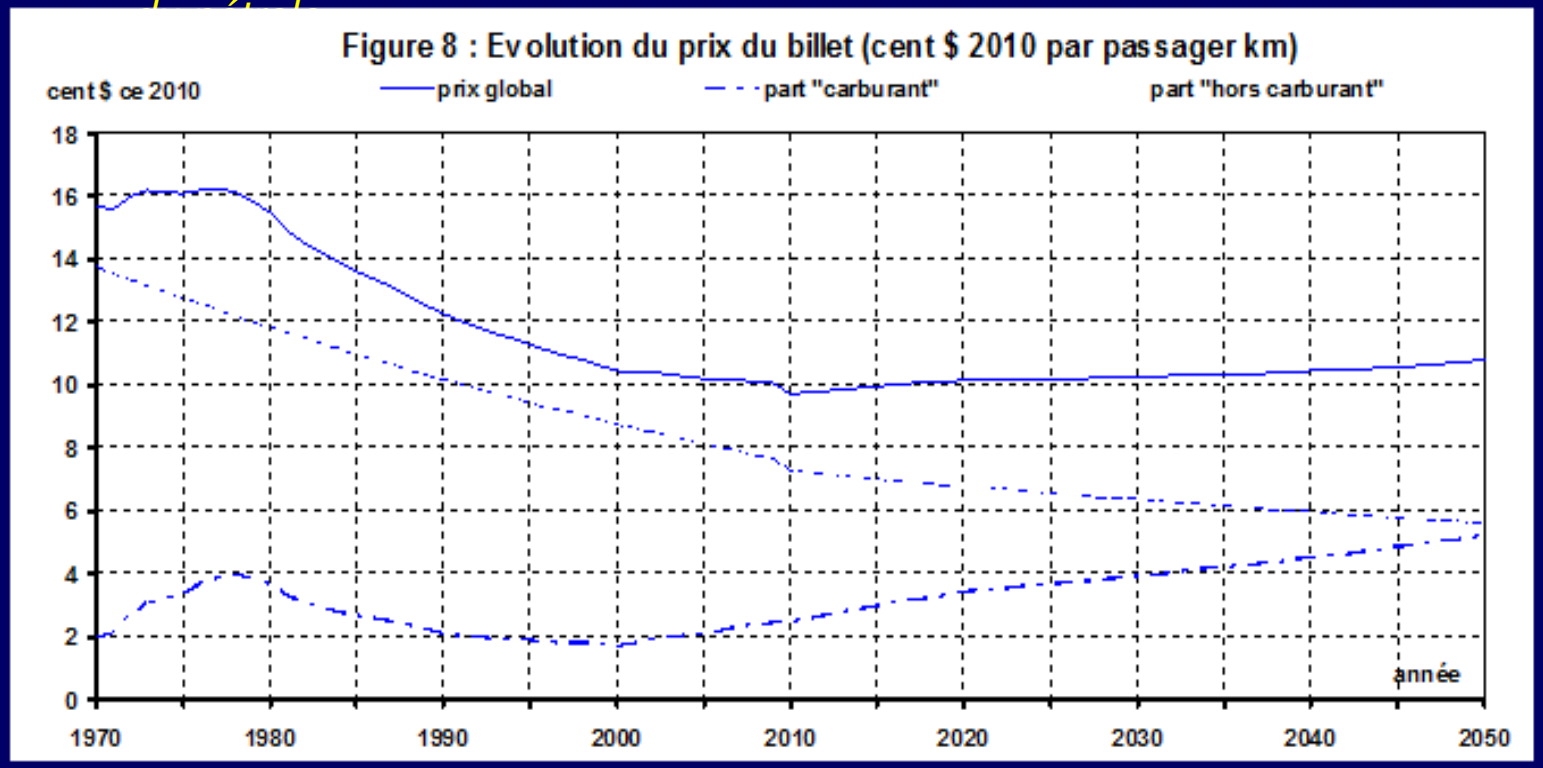
Le ratio tend vers 0,85% du PIB.Ce résultat est constaté :
à l'échelle du monde,
au niveau des régions.
Ce résultat est signalé par Boeing



Modélisation du trafic régulier

3 - prix du billet en $ / km / pax

- *valeur moyenne = CA / PKT en ce 2010*
- *multiplication par 0,6 entre 1970 et 2010 (-1,3 % par an)*
- *modèle prenant en compte l'amélioration de l'efficacité et l'évolution du prix du pétrole*



Résultats

Evolution du trafic aérien

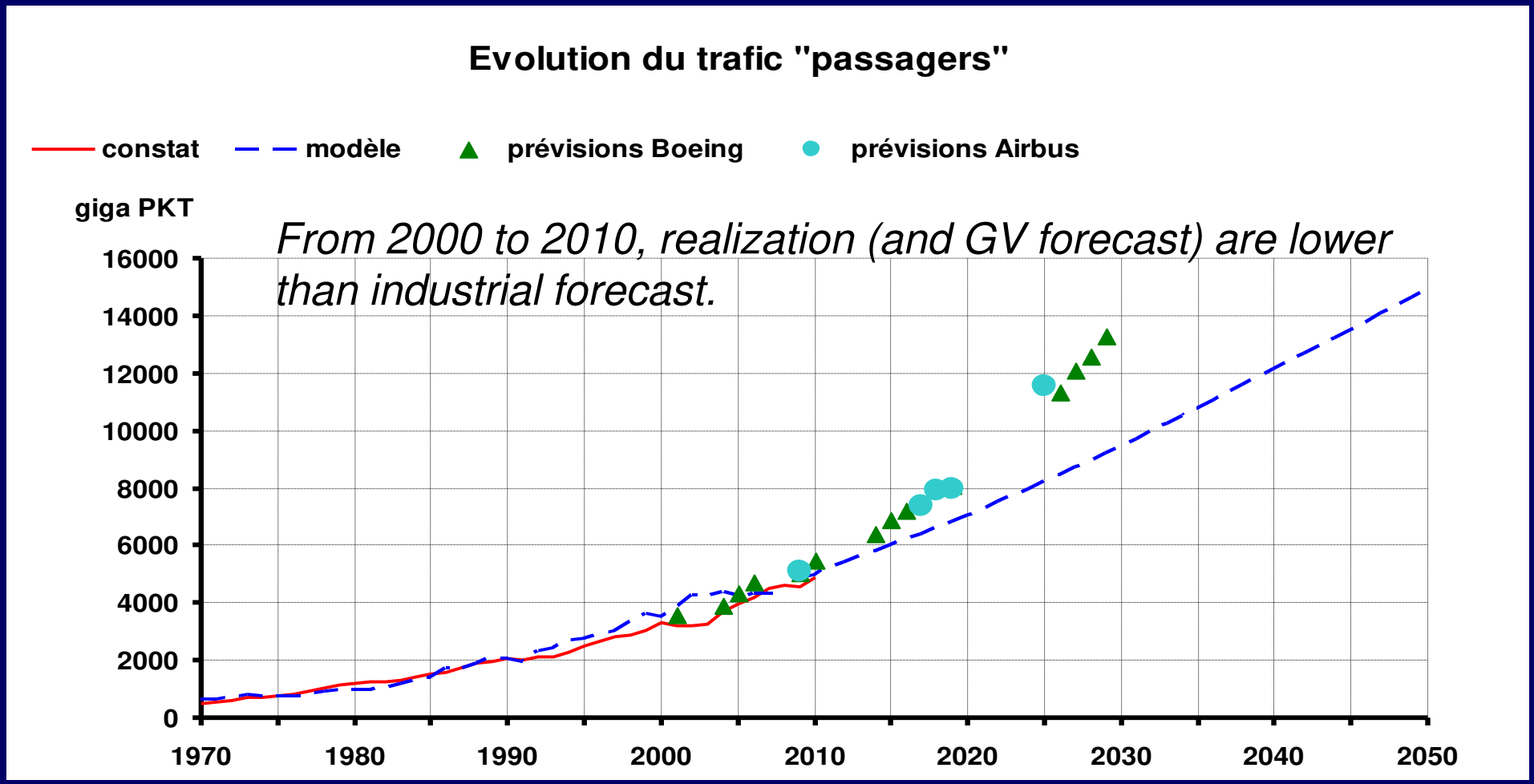
	2010 Observation (model)	2030 Model (Boeing)	2050 Model
World GDP in Trillion $2010	52	90	**156**
in %-Europe GDP	*32,3*	24,6	**17,6**
-North America	*29*	24,7	**21,9**
- Asia	*26,6*	36,7	**42,4**
T.O Airlines in % GDP	*0,95 (0,91)*	1,02	**1,055**
World traffic			
Traffic (Trillion PK 10^12)	5,1 (5,1)	9,0 (13,3)	***(15,5)***
Average distance (km)	1850(1850)	1900	***1970***
Number of flights (1000)	28000 (29000)	*42000(50000)*	***61000***
Number of Aircraft (1000)	*20,3 (23wfreight)*		***42 (48wfreight)***
Average capacity (seats)	120 (120)	*(145)*	***(150)***
European traffic Traffic (in Trillion RPK)	1,6	(2,15)	**(2,19)**

* the low level of traffic in Europe is due to:

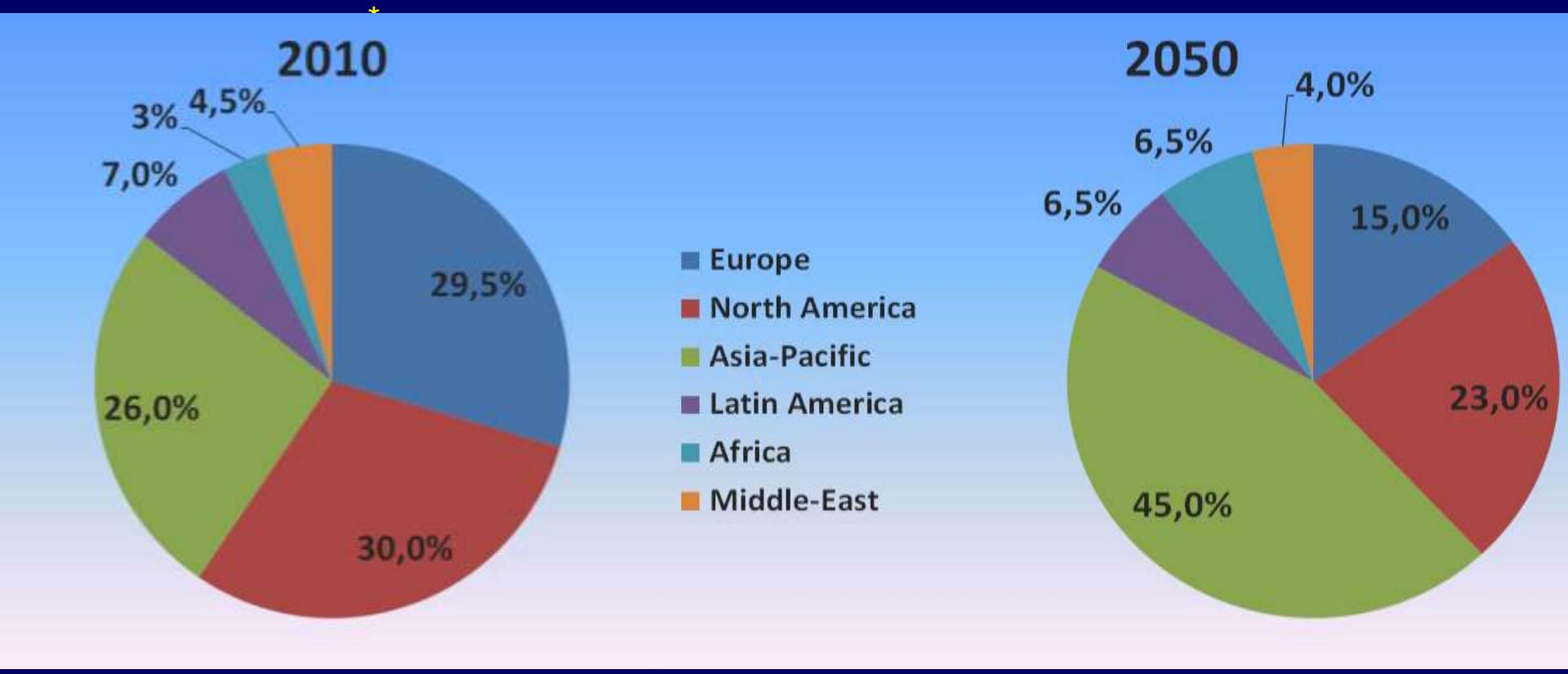
- limited GDP growth (1% per year),
- competition from ground transport (high-speed rail)

Resultats

Demande annuelle passagers en RPK :

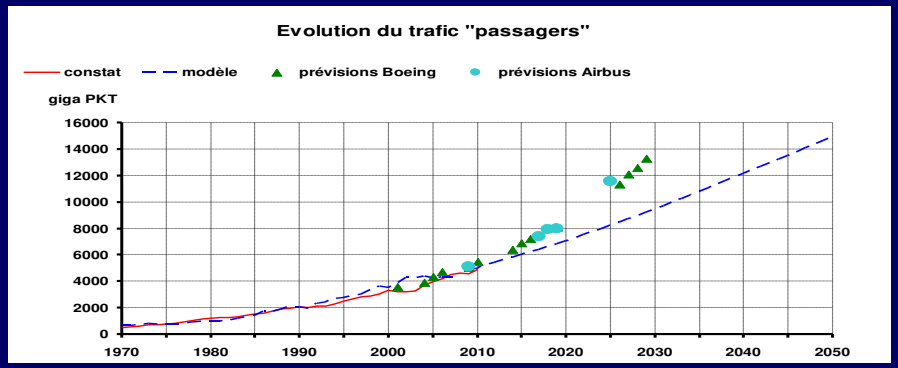


Distribution du trafic aérien par région



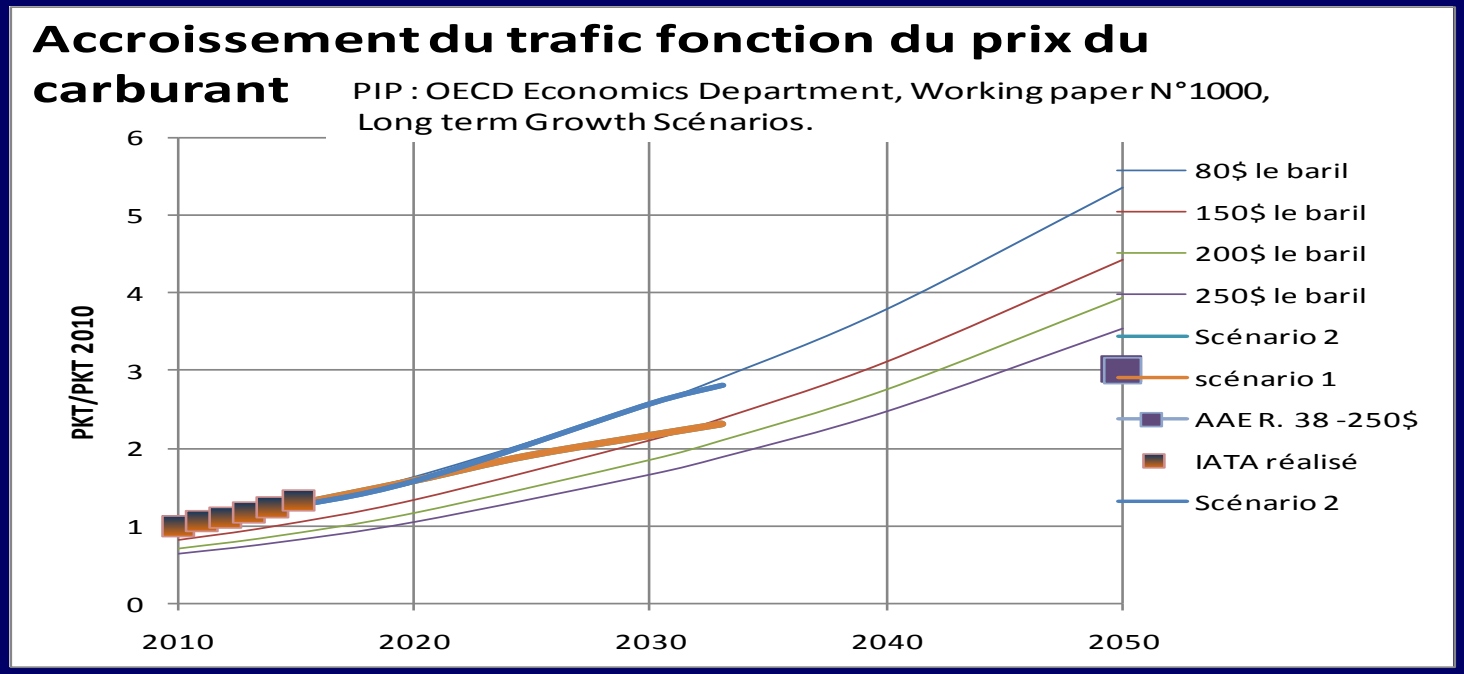
* Distribution 2009 utilisée comme référence

Mise à jour de la demande annuelle passagers



De 2010 à 2015, une tendance supérieure au modèle s'est fait jour.

Effet très bien expliqué par le prix du Jet fuel



CONSTRUCTION AERONAUTIQUE

Thème construction aéronautique

La flotte en 2050

- Du fait du taux de remplacement des flottes par les configurations actuelles et des propriétés des solutions alternatives les avions volant en 2050 seront similaires à ceux d'aujourd'hui tout en bénéficiant:
  - des progrès des ensembles propulsifs
  - de réduction de trainée liée essentiellement à l'augmentation des allongements.
  - de réduction de masse.

Tendance asymptotique de l'efficacité aérodynamique

Potential Cruise Drag Improvement

- Laminar : could affect 10% of cruise drag

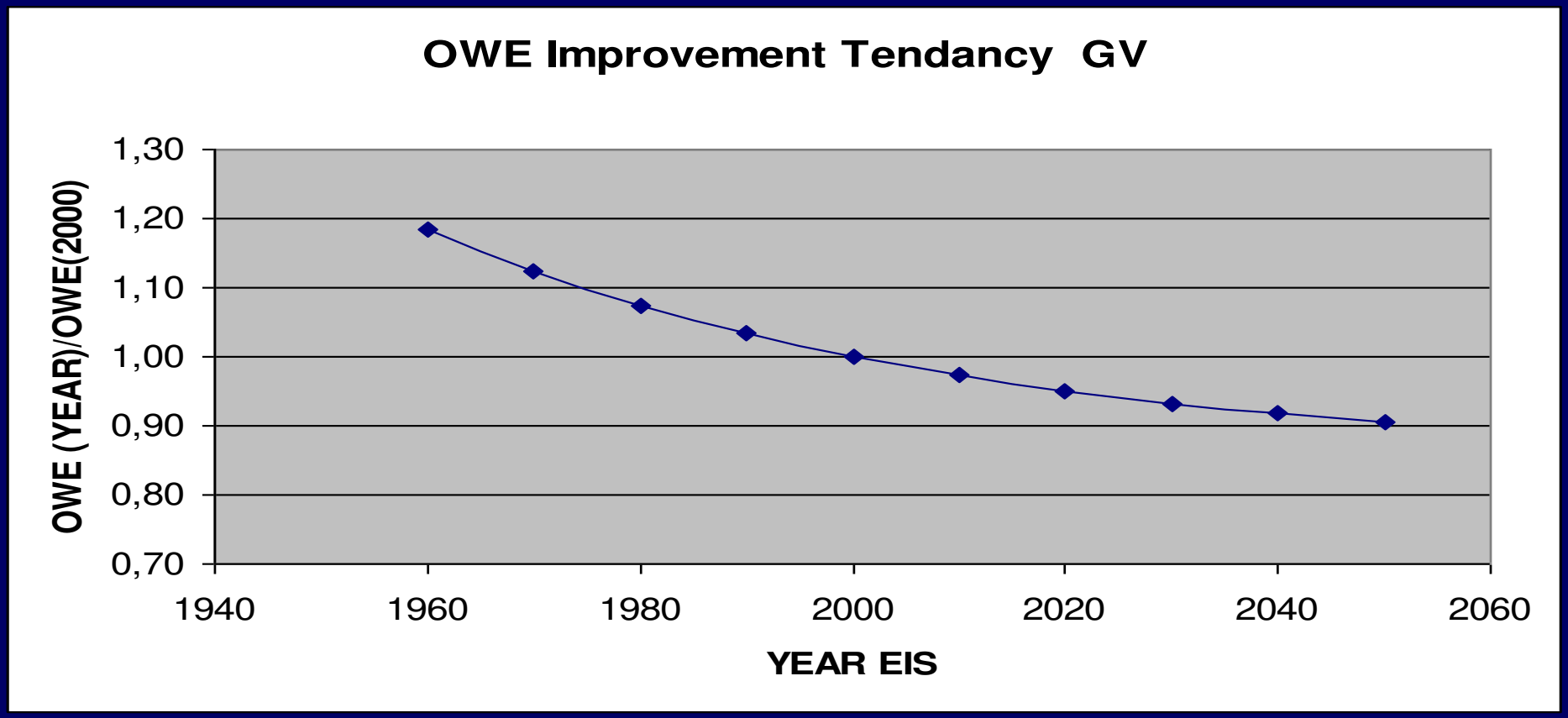
  30% of potential assumed ~ 3%

- Induced : selection of a 20% higher aspect ratio
- Parasitic : work harder
- Compressibility : improved profile and thinner profile

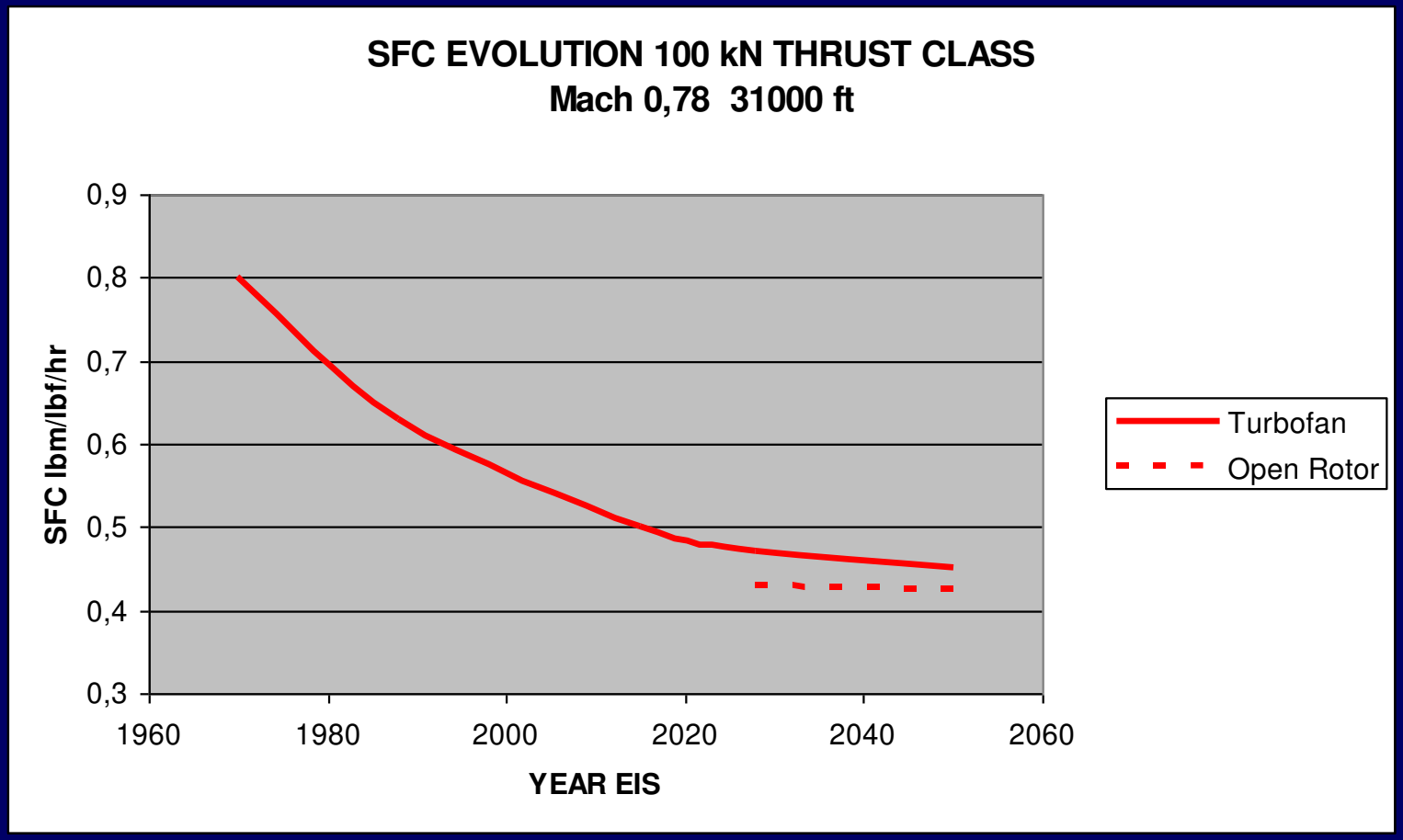
	SR TP	SR TF	MR	LR	VLA
	Drag Improvement Typical cruise condition %				
Laminar	2,9	3,2	2,9	3,0	3,2
Induced	3,8	3,4	5,3	5,8	7,7
Parasitic	4,9	5,0	1,2	2,1	0,4
Compressibility	0	1,7	2,7	2,9	3,8
Total	11,6	13,2	12,1	13,8	15,1
L/D ref	13,8	14,6	18,0	21,7	20,8
L/D improved	15,6	16,8	20,5	25,2	24,5

13 to 17% lift over drag ratio potential improvement

Tendance asymptotique de l'évolution relative de la masse à vide



Tendance asymptotique de la consommation spécifique des moteurs



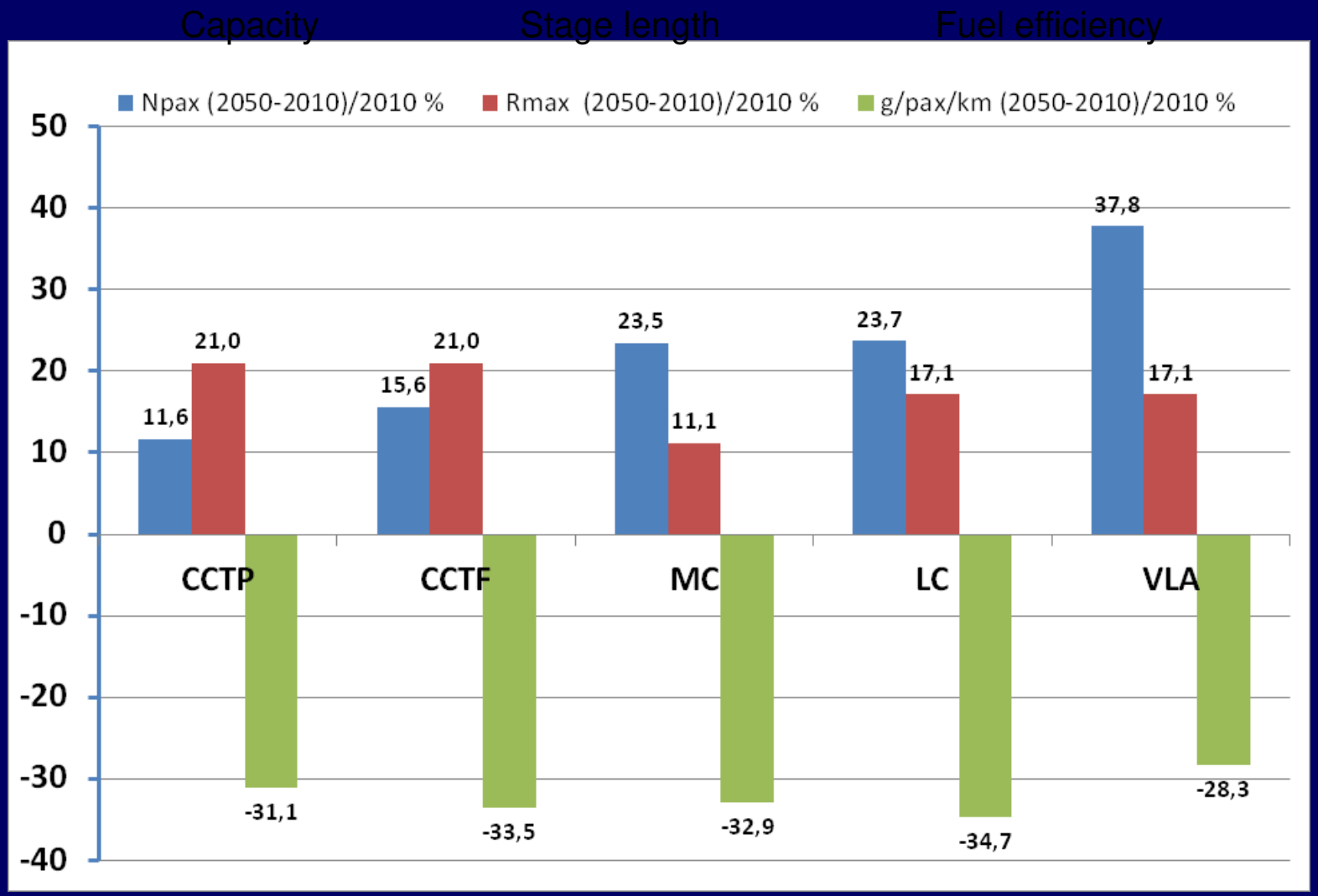
Thème construction aéronautique

La flotte en 2050

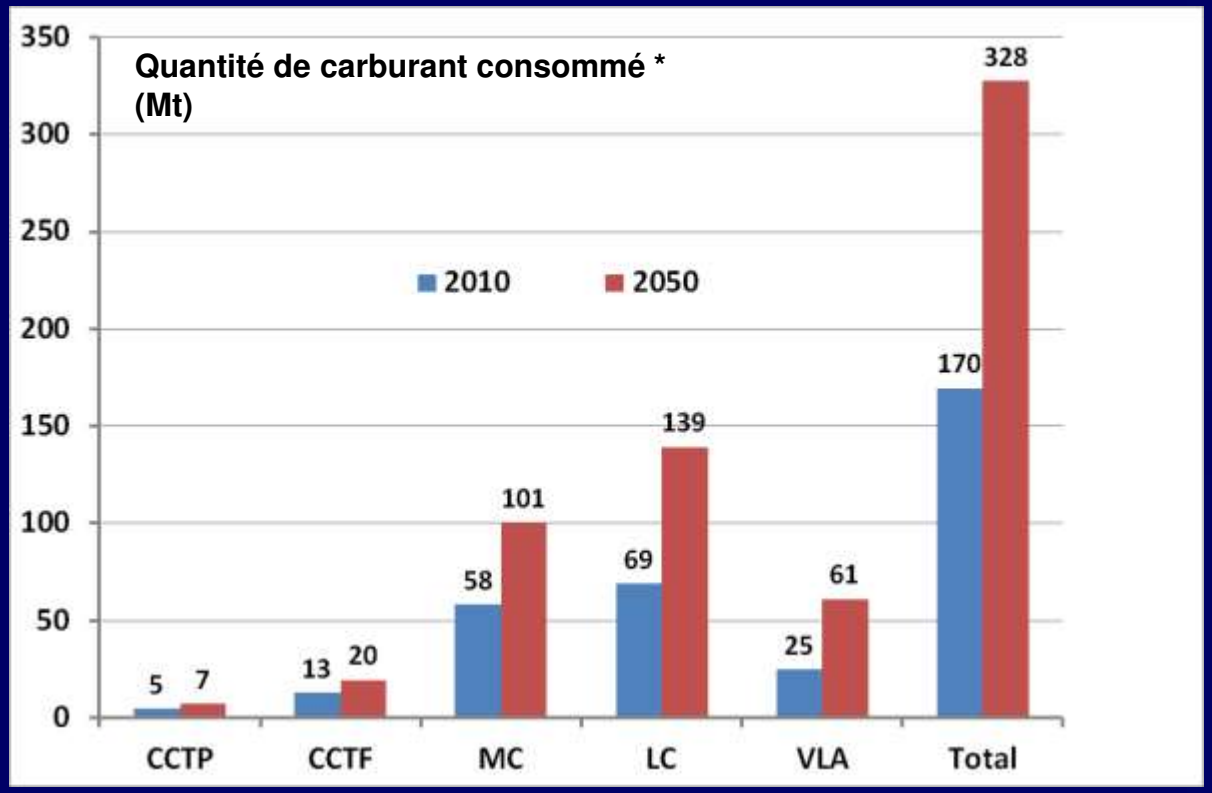
- Effets technologiques : 25à 26 % de gains avec effet de renouvellement de flotte (gains « asymptotiques » autour de 40%, avec 10% masse, 14% traînée, 25% conso spécifique moteurs et optimisation configuration)
- Effets Management du trafic et opérations : 3 %
- Effets du coefficient de remplissage : 10 %

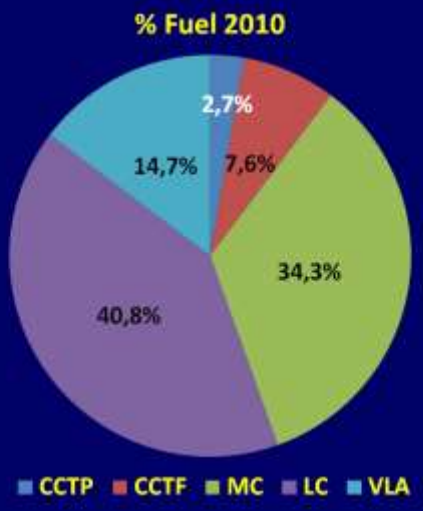
Les gains technologiques des avions associés à ceux de l'ATM et du remplissage permettront une réduction de la consommation de la flotte moyenne de l'ordre de **33 % par PKT**

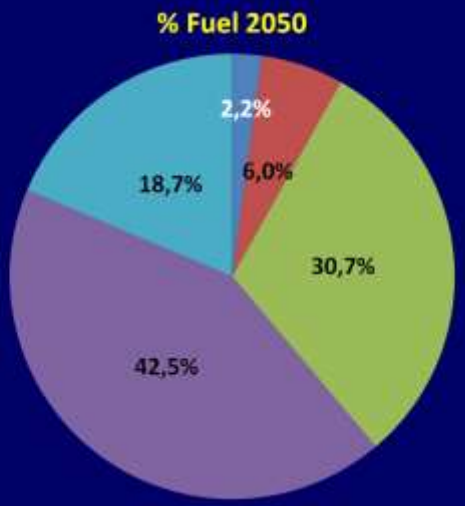
Evolution des parametres caractéristiques



Estimation du carburant consommé par segment







Incorporates a navigation coefficicient improvement

Thème construction aéronautique

- La flotte 2050 transportera 3 fois plus de PKT qu'en 2010,

  pour une multiplication seulement par 2 de la consommation de carburant.

Concepts émergents

Les évolutions technologiques ne seront pas des révolutions mais:

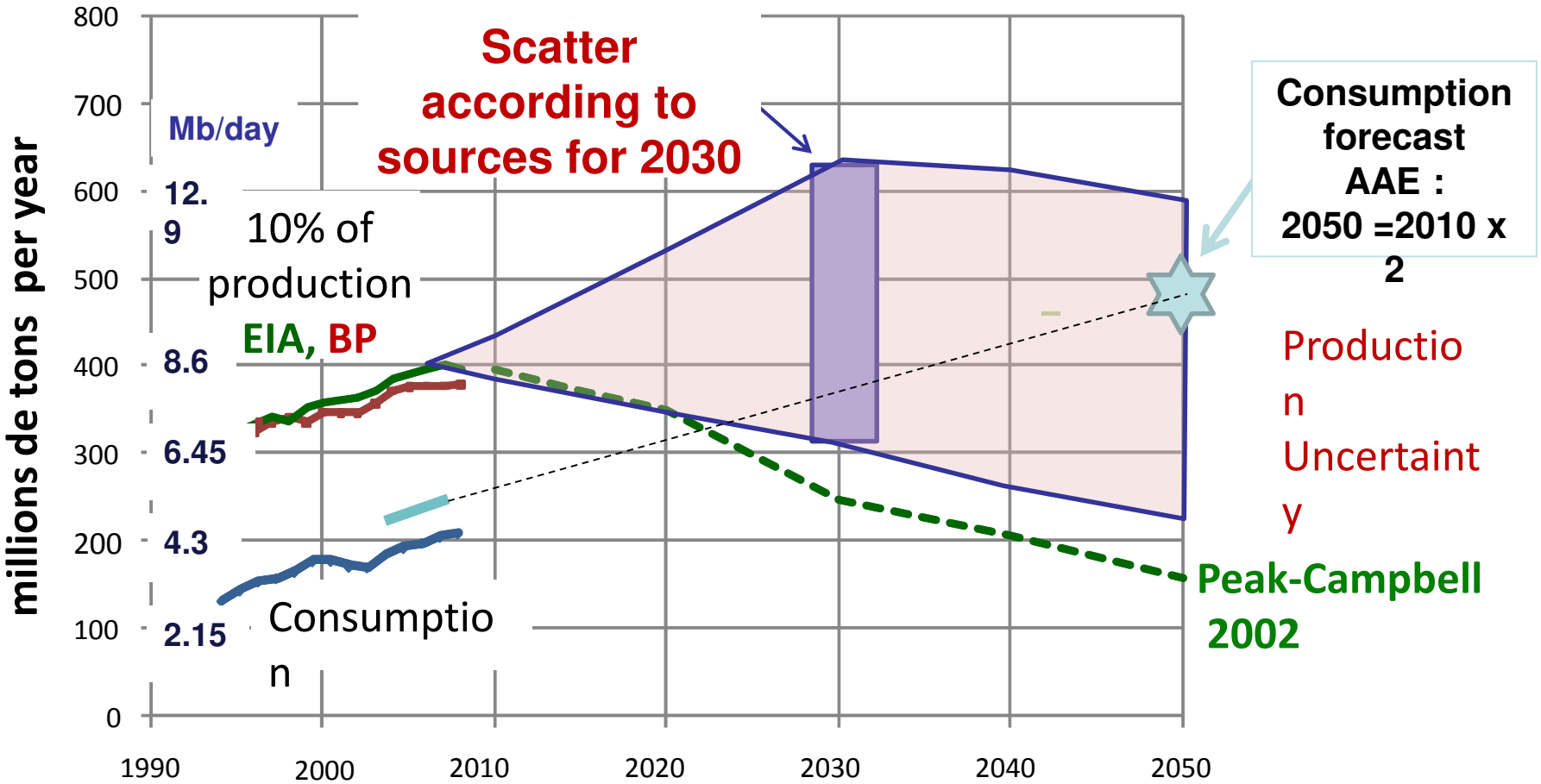
- Un ***recours accru aux automatismes***, et leur amélioration devront être encouragés, de même que la notion d'équipe managériale sol pour l'aide à la décision
  - cela ne signifie pas l'avènement massif *du « tout automatique »
  - La répartition des tâches entre sol et bord évoluera notoirement

- Les drones de transport de marchandises pourraient tendre vers le tout automatique. Etudes d'intérêt à lancer rapidement.

- Le développement des ***systèmes de navigation et de télécommunications par satellites*** va se poursuivre et ils vont être ***de plus en plus utilisés par l'aéronautique***
  - Convergence des systèmes spatiaux, prise en compte des possibilités et poursuite des recherche et expérimentations

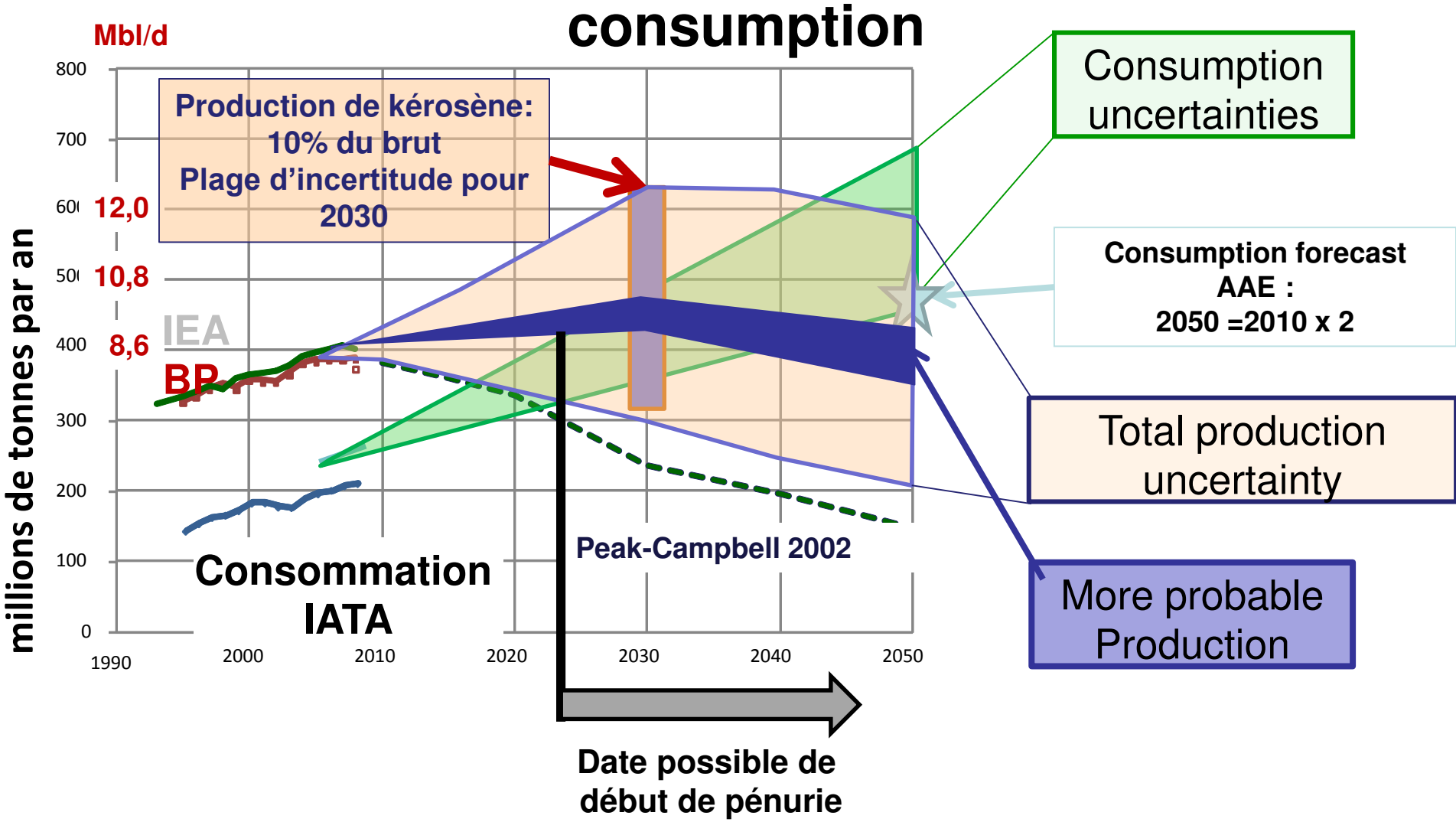
ENERGIE

Jet fuel *availability* vs AAE predicted consumption



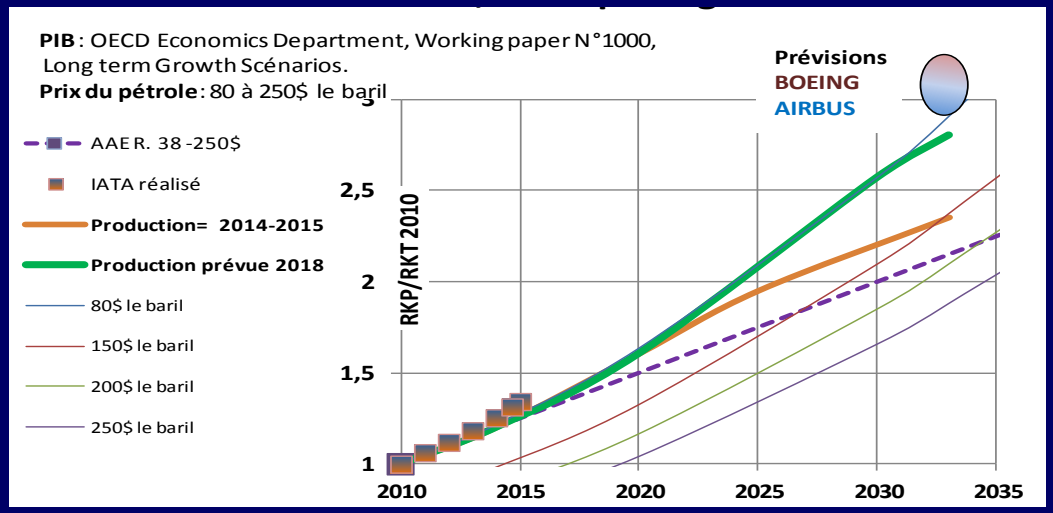
- **Jet fuel production represents today about 6% of crude oil production**
- **Assuming crude oil production remains constant and jet fuel/crude oil ratio can reach 10%, *consumption* as predicted by AAE would be covered up to *2030-2040⁺***

Jet fuel *availability* vs AAE predicted consumption



.

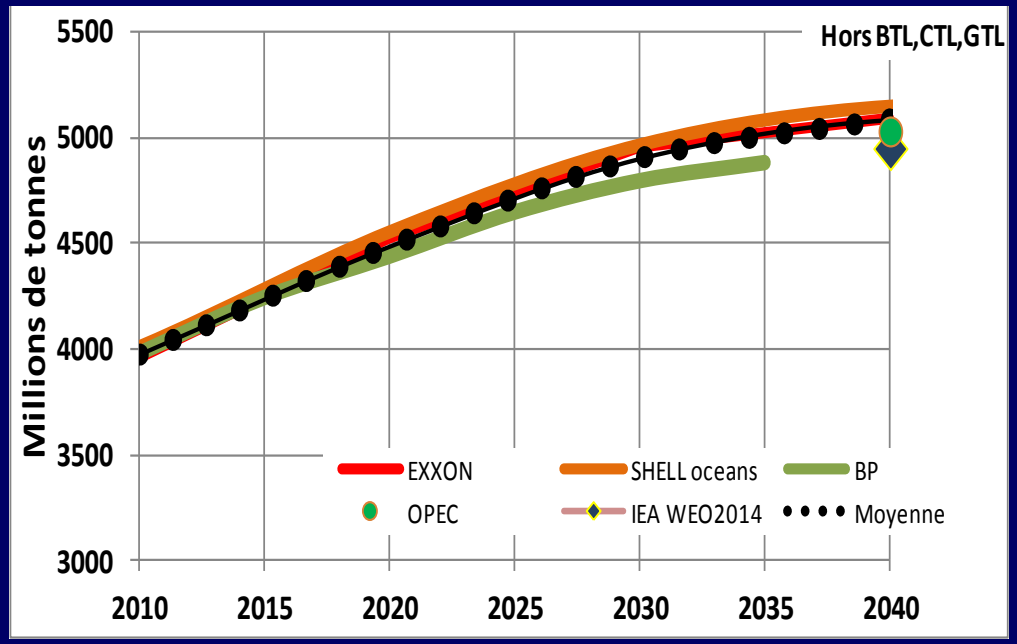
Point de passage octobre 2015



Evolution du trafic: Passagers km

Les progressions du trafic (7% en 2015) et des commandes (10 ans de production) sont plus importantes que prévues en 2010

Le faible prix du carburant favorisera cette augmentation pendant encore quelques années



Evolution de la production du pétrole

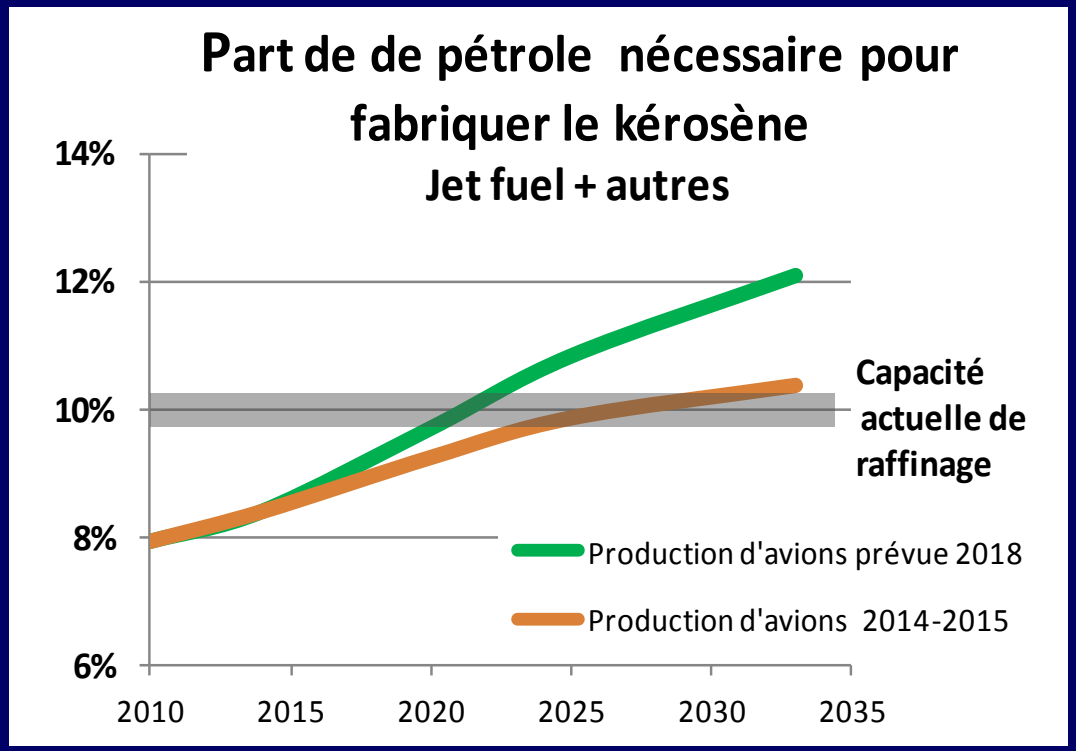
Les compagnies pétrolières, généralement optimistes, prédisaient avant la chute des cours et des investissements un pic de production vers 2040

Point de passage octobre 2015

Les avions nouveaux qui voleront jusqu'en 2030-2033

- Sont en production: A320, B737NG, B777, A330, A380, B747-8
- Viennent d'entrer en service ou sont en développement: A320neo, B737MAX, B787, A350, A330neo, B777X

Leurs consommations sont connues.



Pour soutenir la demande de mobilité de la population, il faudra rapidement:

- investir dans les raffineries pour augmenter la coupe kérosène
- fabriquer des carburants alternatifs : biojets, GTL, CTL…

Le jet fuel risque de devenir rare et cher

- Afin de prévenir une crise potentielle sérieuse à terme pour l'aviation, un observatoire de consultation doit être créé ***suffisamment tôt*** avec pour but***:***

  – d' évaluer la disponibilité du kérosène et de ses substituts à des conditions économiques raisonnables*

  *Les lois du marché conduiront à des décisions de production , qui devront précéder les besoins.

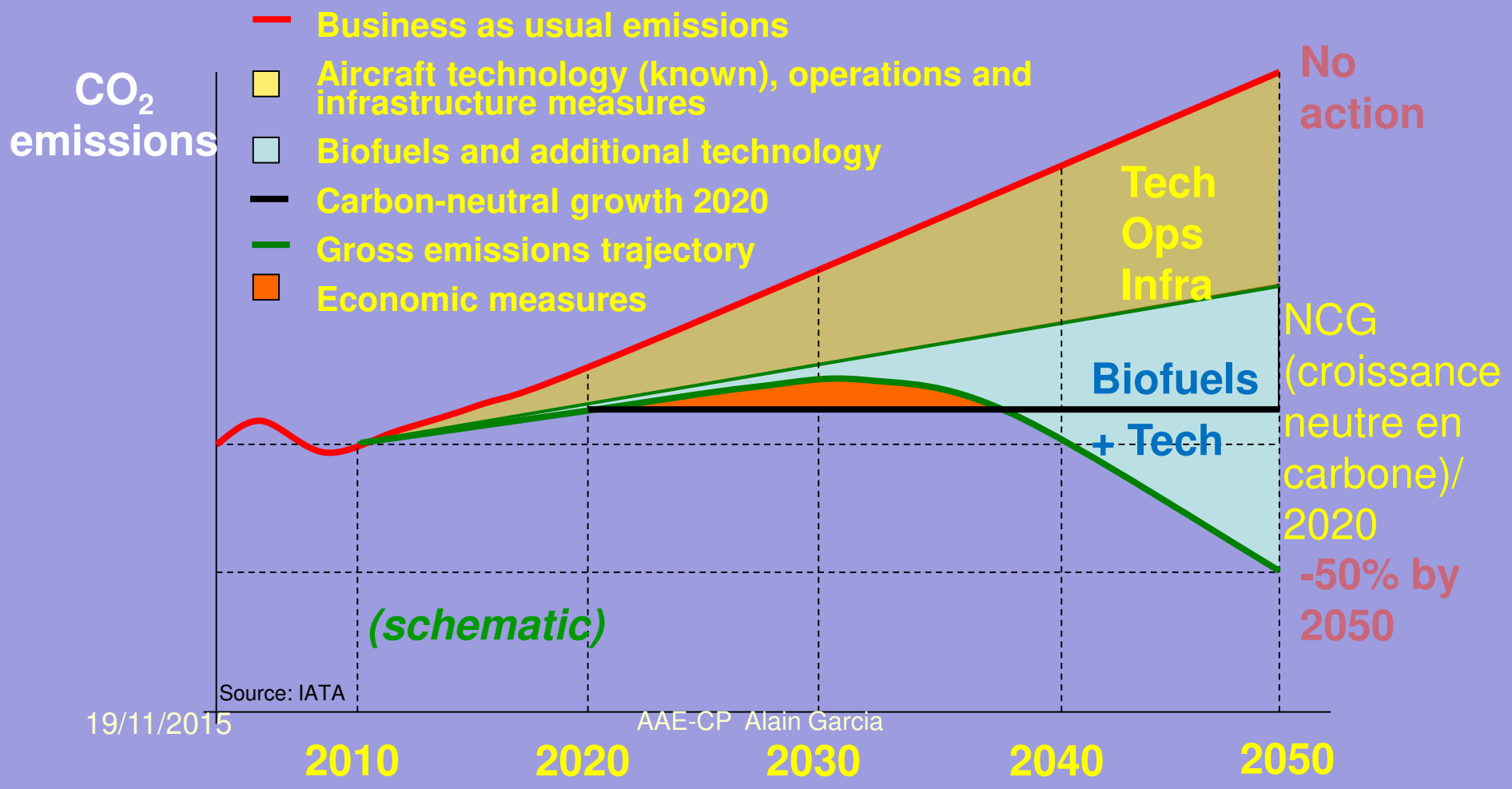
  – où tous les acteurs concernés devraient participer, depuis les géologues jusqu'aux compagnies aériennes:

    Ex: IATA avec les Pétroliers

ENVIRONNEMENT

L'environnement

Emissions CO2 reduction roadmap



Les exigences environnementales ne seront pas atteintes uniquement par des progrès techniques (1)

- ***Exigences accrues → l'efficacité environnementale sera une clé importante de la compétitivité → les émissions gazeuses et sonores devront diminuer***
- Malgré une croissance moindre que prévue du trafic, les progrès technologiques seuls ne permettront pas d'atteindre les objectifs annoncés par divers organismes: croissance neutre en carbone dès 2020, et -50% d'émissions de CO_2 en 2050
  - Les carburants alternatifs, dans une perspective d'utilisation réaliste, ne suffiront pas à combler l'écart
  - En complément, des instruments économiques de compensation carbone sont étudiés par les autorités

Le point de vue complémentaire des structures d'exploitation

- Anticiper le plus en amont possible les extensions nécessaires des aéroports

- Concevoir les limites d'un aéroport en termes d'empreinte écologique , non en nombre de vols

- Mener des politiques de compétitivité et juste concurrence du transport aérien, avec réciprocité environnementale, sans taxe supplémentaire et pas de dérégulation sans minima sociaux

La lutte contre les malveillances devra être renforcée dans le respect des libertés individuelles

- ***Harmoniser*** les réglementations et pratiques de contrôle de sûreté aux niveaux européen et mondial, pour ***tous les transports en commun***

- Rendre ces ***contrôles fiables, moins pénalisants, plus discrets***, tout en ***respectant l'intimité du voyageur, de sa vie privée et de sa dignité***

- ***Réflexion à lancer sur la sûreté, sous l'angle de l'éthique et des libertés individuelles***

La qualité de service devra être significativement améliorée

- Élaborer rapidement une ***charte du traitement des passagers*** concernant leurs droits, la qualité de service au sol et à bord, avec contrôle par des instances ad hoc

- Imposer à tous les acteurs du transport aérien de fournir une ***information personnalisée, claire et complète aux passagers, spécialement en cas de crise***

- L'utilisation de plus en plus généralisée de systèmes de communication automatisés ne doit pas éliminer toute ***interface humaine***, adaptée aux différences culturelles et susceptible d'aider et rassurer les passagers en toutes circonstances

- Repenser de manière concertée le ***traitement des bagages*** (qui laisse tous les acteurs insatisfaits) est indispensable.

Résumé des messages:

- **1. la croissance du trafic sera sans doute moindre que celle annoncée par les opérateurs aériens et les principaux constructeurs aéronautiques, avec un triplement de l'activité atteint en 2050,**

- **2. les évolutions technologiques ne seront généralement pas des révolutions, avec une réduction de la consommation de la flotte moyenne de l'ordre de 35 % par PKT et un recours accru aux automatismes, ainsi qu'aux systèmes de navigation et de télécommunications par satellites**

- **3. des mesures doivent être prises pour maintenir le savoir-faire européen, et équilibrer les règles commerciales,**

- **4. l'énergie sera rare et chère, il faut créer un Observatoire de sa disponibilité et veiller à l' apparition de sources alternatives,**

- **5. les ambitions environnementales ne seront pas réalisées uniquement par les progrès techniques,**

Résumé des réflexions:

(*suit*e et fin)

- **6. les taux d'accidents doivent être divisés par 4 avec moins de distorsions entre continents,**
- **7. les opérateurs aériens devront faire évoluer leur modèle d'affaires,**
- **8. la saturation des infrastructures obligera à revoir les priorités d'utilisation, et l'espace jouera un rôle plus important.**
- **9. la lutte contre les actes de malveillance devra être renforcée dans le respect des libertés individuelles,**
- **10. la qualité de service devra être significativement améliorée pour les passagers et les biens transportés avec respect d'une charte de qualité à créer.**

Pour en savoir plus, rendez-vous les 1&2 Juin 2016 à Toulouse

Colloque AAE sur :

Le transport aérien sera-t-il tout automatique en 2050 ?

Au Centre International de conférences de Météo-France

Bordeaux, le 18 Novembre 2015

Comment volerons-nous en 2050 ?

ou

« les défis du transport aérien à l'horizon 2050 »

(Alain GARCIA)

Merci de votre attention