

Les effluents des avions et leurs effets

P.Laroche

Unité de Recherche Environnement Atmosphérique



*Construction aéronautique et environnement
DGAC/DPAC 26 mars 2002*



Les effluents des avions et leurs effets

Les émissions des avions

Les conséquences sur l'atmosphère

Les incertitudes

Une approche scientifique



Les émissions des avions

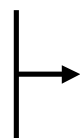
Gaz carbonique CO₂

Vapeur d'eau

Oxyde d'azote NO et NO₂: les NOx

Les sulfures

Les suies



Les aérosols

Les effets sur l'atmosphère

Le forçage radiatif:

Augmentation des bilans d'échange dans l'atmosphère exprimée en Watt/m².

Gaz à effet de serre:

CO₂, Ozone, méthane, vapeur d'eau.

Effet des particules:

Traînées de condensation (*les contrails*), Cirrus, Aérosols



Les effets sur l'atmosphère

Les modifications de l'Ozone:

Effets des oxydes d'azote:

Augmentation de l'ozone près de la tropopause

Diminution de l'ozone dans la stratosphère

Modification des doses UV-B à la surface du globe.

Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat:

L'aviation et l'atmosphère planétaire

**Le GIEC produit en 1999 les résultats d'une étude internationale sur
l'impact de l'aviation en 2050 (demande OACI):**

Evaluation des émissions à partir de scénarios de croissance

Evaluation des effets globaux des avions subsoniques sur le climat

Evaluation des effets globaux des avions supersoniques sur le climat

Pas d'évaluation des effets régionaux

Pas de prise en compte de la qualité de l'air au niveau du sol.



Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat:

L'aviation et l'atmosphère planétaire

Evaluation correcte des émissions:

Incertitudes importantes sur leurs effets:

Sur l'évaluation des NOx dans la haute troposphère et les conséquences sur l'ozone.

Sur les effets des « traînées de condensation » sur l'équilibre radiatif de l'atmosphère.



Les chiffres du GIEC en 1999

CO₂

en 1992 0,1 Gt de carbone/an, 2% de la production anthropique, 13 % de celle due aux transports.

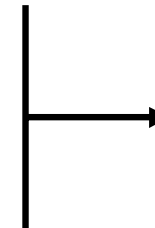
En 2050 ~ 0,4 Gt de carbone/an, 3% de la production anthropique (facteur de 1,6 à 10 par rapport à 1992).

O₃

en 1992 ↗ 6% due aux Nox

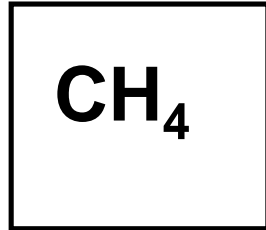
en 2050 ↗ 13% due aux Nox

Soufre et H₂O diminuent O₃



Bilan incertain

Les chiffres du GIEC en 1999



En 1992 NO_x avion responsable de 2% de la diminution du méthane

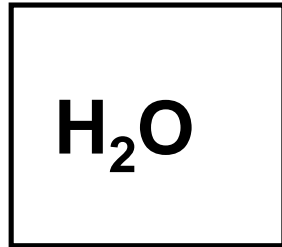
En 2050 ~NO_x avion responsable de 5% de la diminution du méthane

Remarque:

La concentration d 'ozone a un effet régional

La concentration de méthane a un effet global

Les chiffres du GIEC en 1999



Éliminée par les précipitations dans la troposphère
Possible forçage radiatif dans la stratosphère

Faible incidence sur l'effet de serre

Les chiffres du GIEC en 1999

Contrails En 1992 0,1% de la surface de la terre

En 2050 0,5% de la surface de la terre

Forçage radiatif lié aux propriétés optiques (taille et forme) ⇒ ***Incertain***

N.B: mesures en 1996 et 1997 ⇒ 0,5% de couverture sur l 'Europe.

Cirrus couvre 30% de la surface de la terre

En 1992 de 0 à +0,4 % lié aux contrails

En 2050 de 0 à +0,8 % lié aux contrails

⇒ ***Incertain***



Les chiffres du GIEC en 1999

Les aérosols:

En 1992 faible / sources de surface

En 2050 faible / sources de surface

Les suies ↗

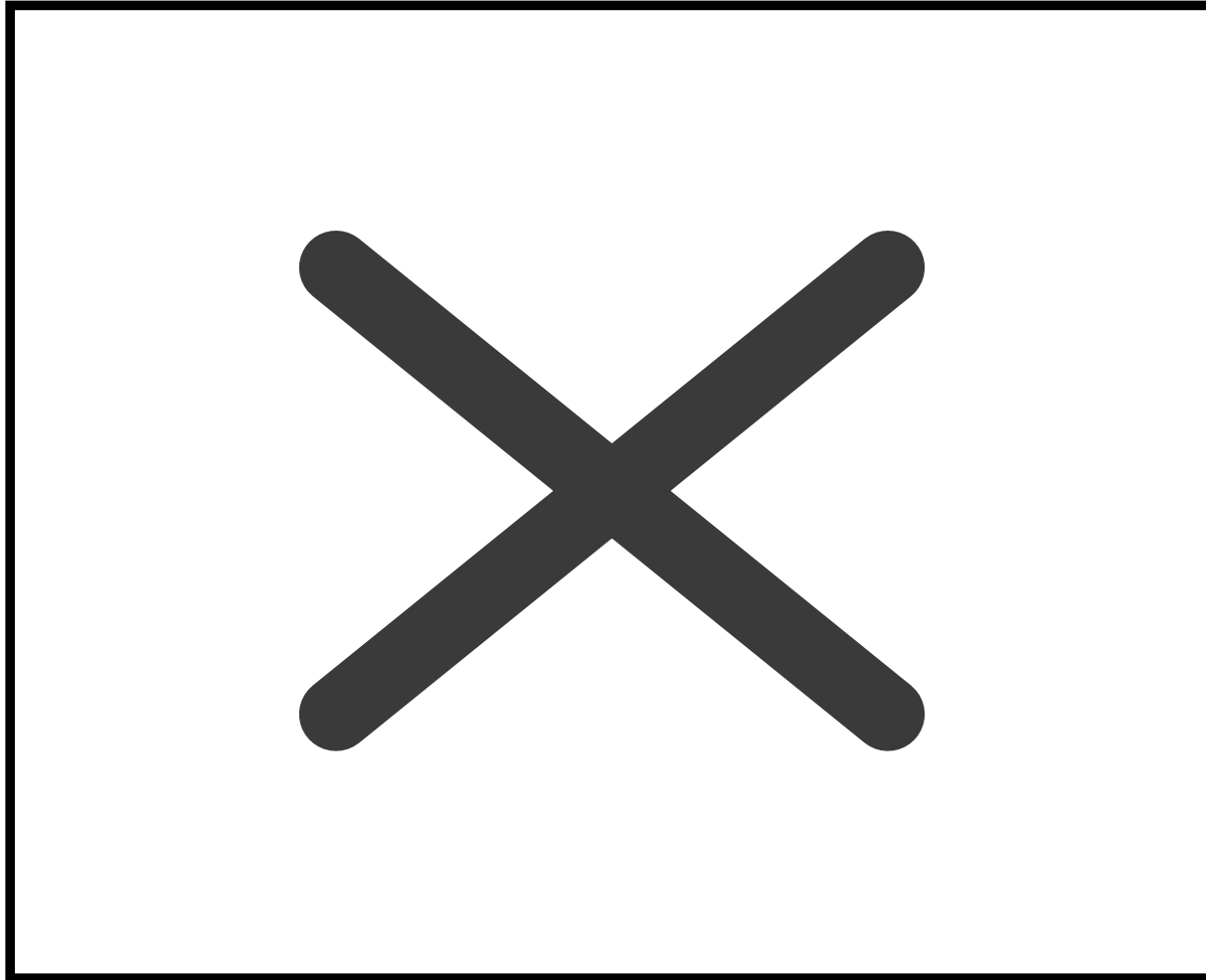
Les sulfures ↗

⇒ réchauffement

⇒ refroidissement

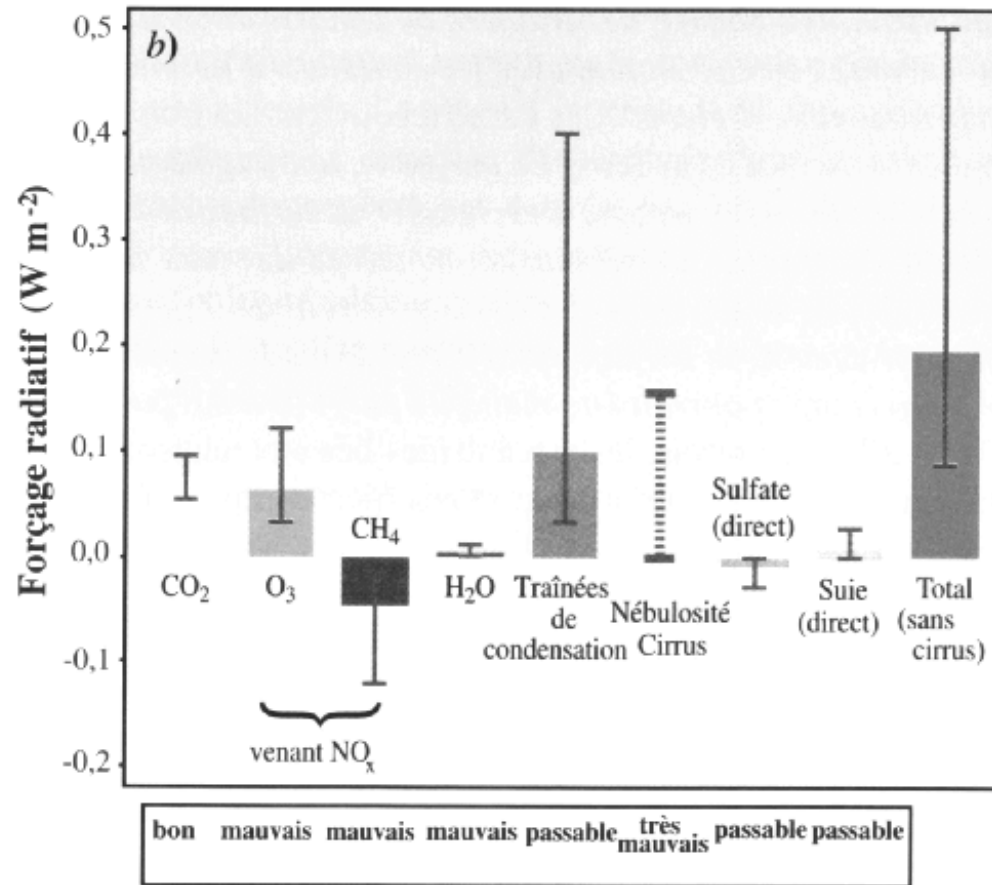
┆ Action possible
sur la nébulosité

L 'aviation et l'atmosphère planétaire GIEC 1999



L'aviation et l'atmosphère planétaire GIEC 1999

Forçage radiatif par avions en 2050



Le Comité Avion ATmosphère

Comité technique et scientifique:

DPAC, ONERA, Industries, laboratoires et Universités

Examine et oriente des travaux sur l'impact de l'aviation:

**ONERA, LAMP, Universités de Strasbourg
et de Marne La Vallée, DLR**

Evaluation de l'impact des effluents d'avion sur l'atmosphère libre

OBJECTIFS

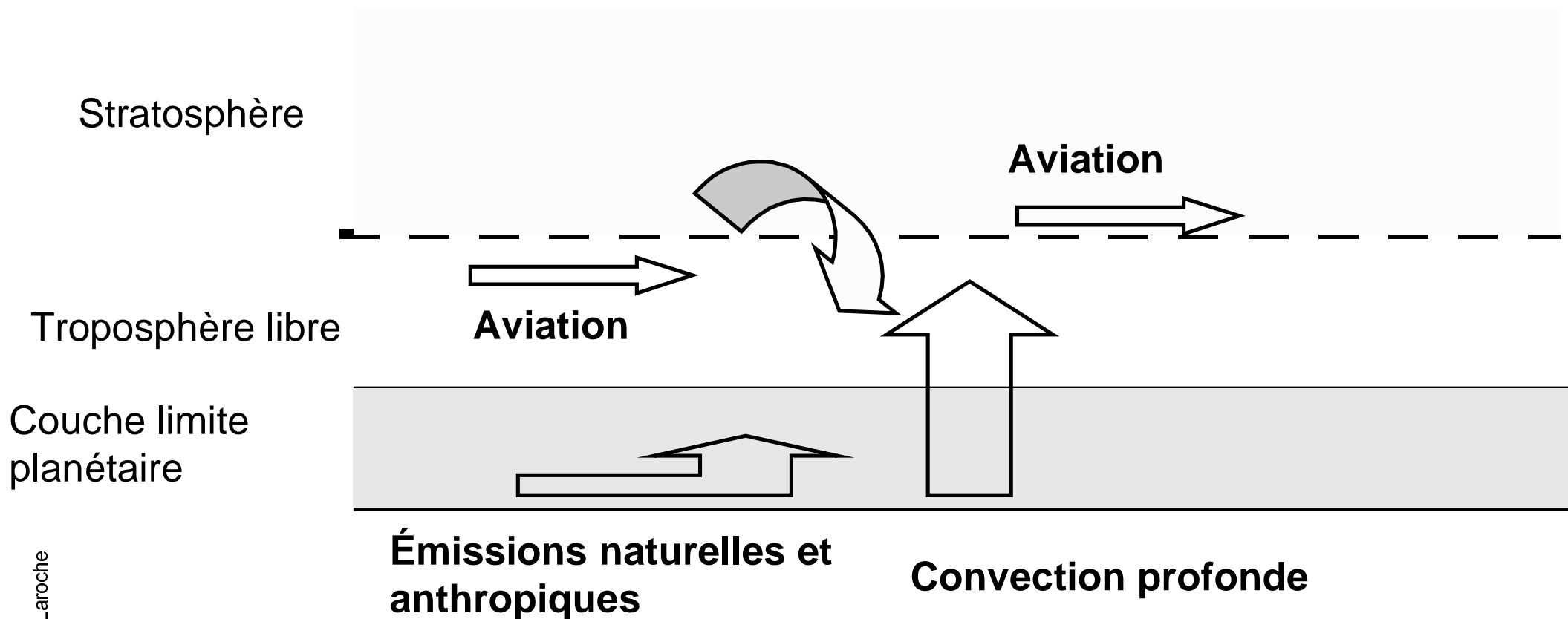
Évaluer les effets des effluents d'avion sur:

L'équilibre physique et chimique de l'atmosphère.

L'équilibre radiatif de l'atmosphère.

Obtenir et justifier une réduction des incertitudes.

REDUIRE LES INCERTITUDES



P.Laroche

17



*Construction aéronautique et environnement
DGAC/DPAC 26 mars 2002*



REDUIRE LES INCERTITUDES

Mise en forme des inventaires d'émissions

Analyse rigoureuse du transport et de la chimie

Analyse des échanges entre stratosphère et troposphère

Etude des effets des contrails

Résultats attendus

Une description 3D globale de l'atmosphère avec et sans l'aviation

Des Outils numériques disponibles pour analyser des scénarios d'émissions différents.

Démarche:

Modélisation 3D à échelle moyenne et globale du transport et de la chimie:

Modèle MEDIUM de l'Onera traite des processus à l'échelle moyenne (la France ou l'Europe): mise au point de paramétrisations

Modèle ECHAM du DLR traite l'échelle globale et utilise les paramétrisations des effets de la convection profonde, des nuages sur la photochimie..

Démarche:

**Modélisation du développement des contrails.
Caractérisation des propriétés microphysiques.
Calcul des conséquences sur le forçage radiatif.
Prévision de la formation et de la persistance.**

Estimation de la contribution de l'aviation au changement de l'ozone à l'échelle globale

Création d'une base de données 3D annuelle ozone et méthane pour les scénarii 2015 et 2050

Création d'une base de données 3D annuelle des traînées de condensation pour les scénarii 2015 2050

Évaluation de l'impact climatique par le forçage radiatif dû à O_3 , CH_4 et aux traînées de condensation.



MODELES DE CLIMAT



Conclusions

Evaluation de l'impact climatique des avions:

- ⇒ Bien maîtriser le bilan des émissions.
- ⇒ Réduire les incertitudes sur les effets.
- ⇒ Créer des modèles d'atmosphère modifiée par les effluents.
pour différents scénarios de développement du transport
aérien.

Evaluer la qualité de l'air en milieu aéroportuaire