

Nécessité des approches air-climat- énergie et les synergies possibles

Didier Hauglustaine

*Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
Institut Pierre-Simon Laplace
CEA-CNRS-UVSQ*

Climate

Radiative Forcings

Long-range transport

Meteorology Dispersion

Air Quality

Aerosols

O₃

SO₂
NO_x NH₃
CO VOC CH₄

Drought
Heat waves

Temperature
Precipitation

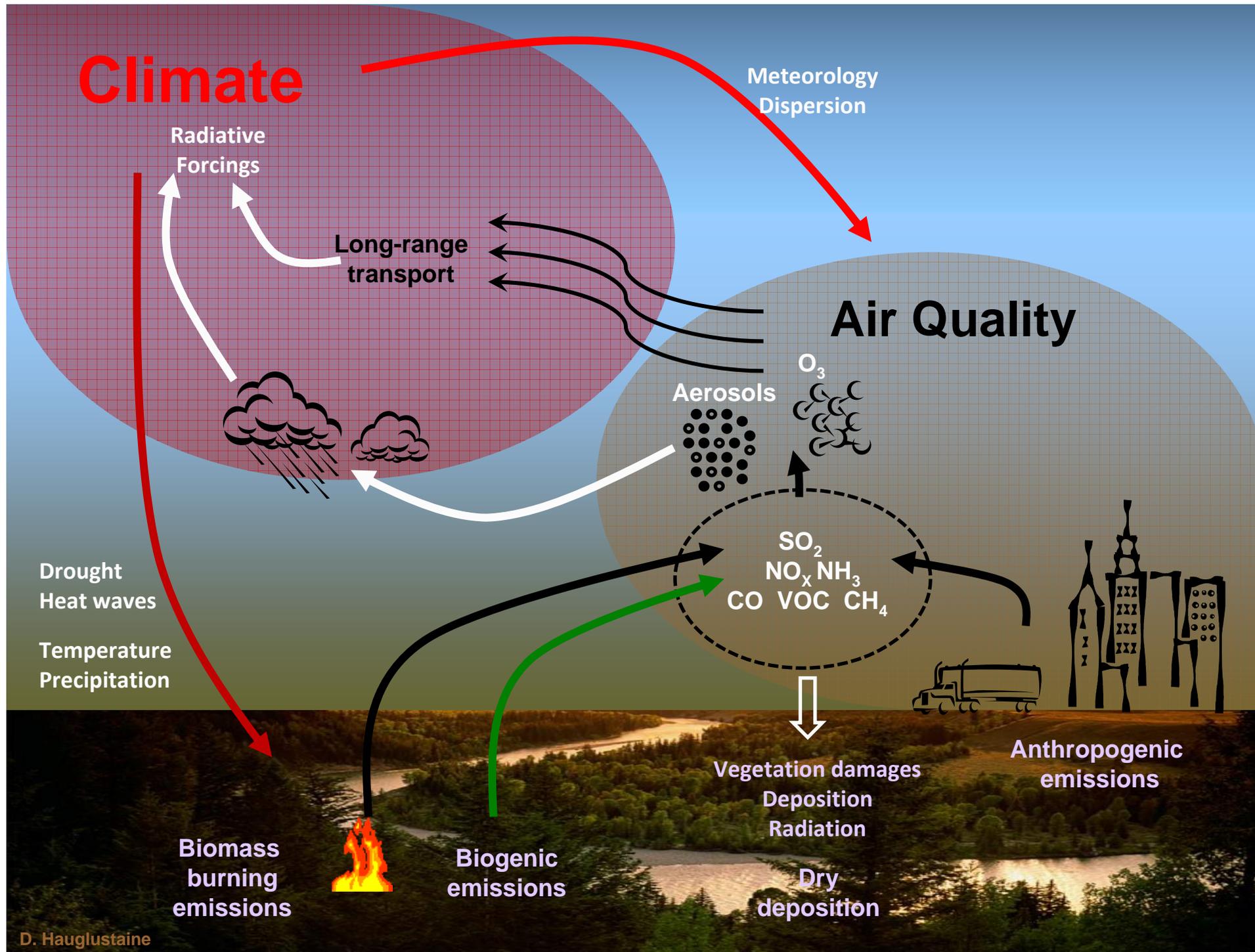
Biomass
burning
emissions

Biogenic
emissions

Vegetation damages
Deposition
Radiation

Dry
deposition

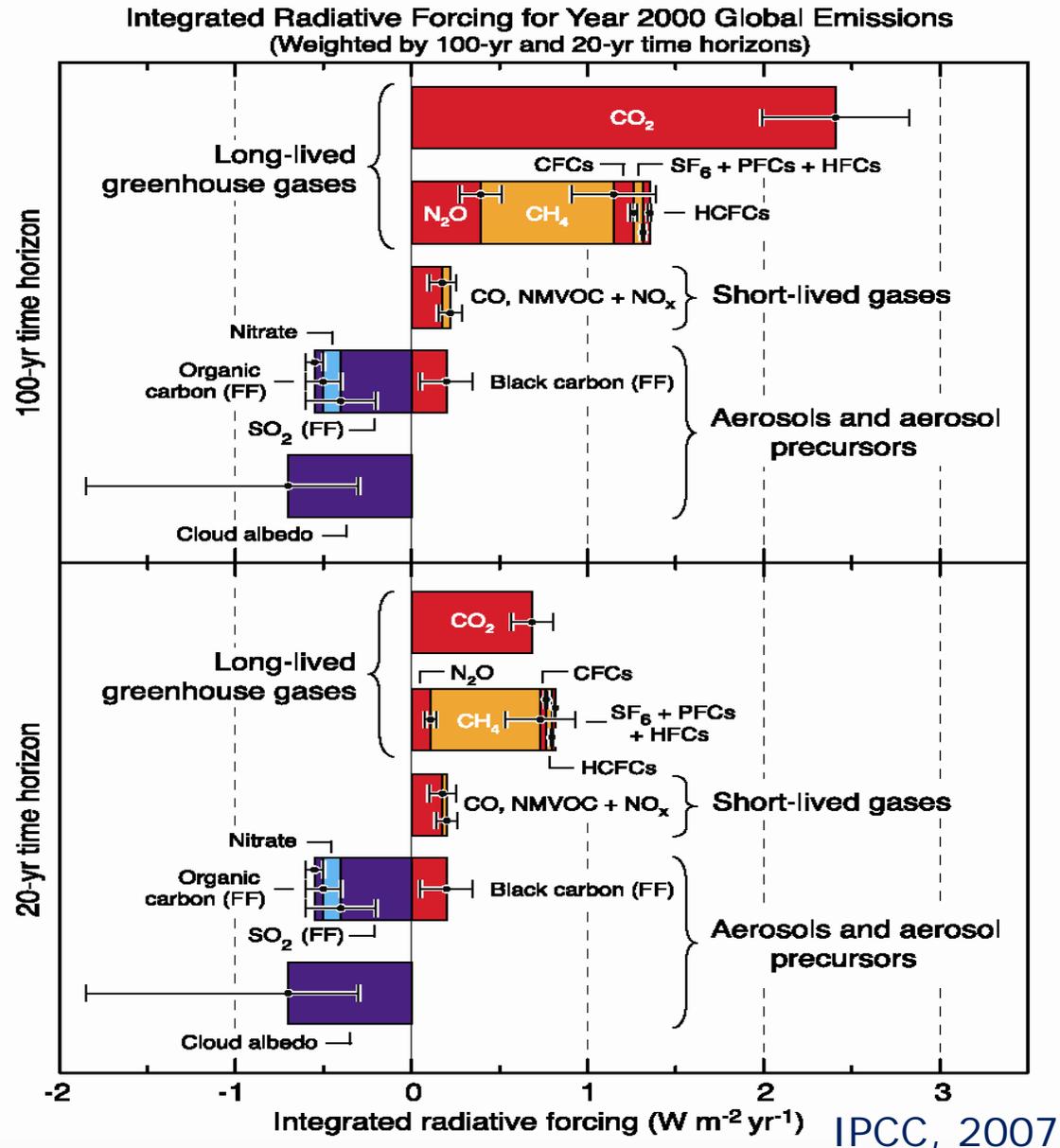
Anthropogenic
emissions



A quel horizon temporel s'intéresse-t-on ?

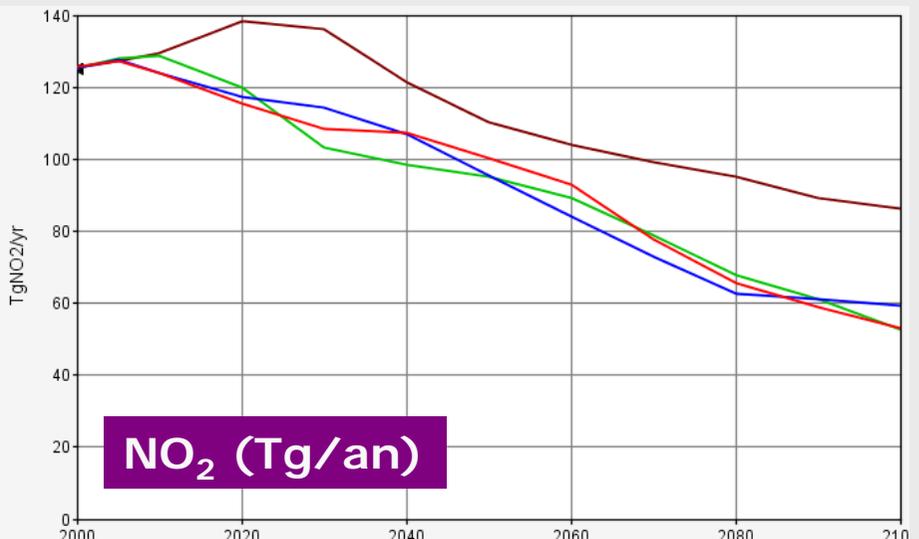
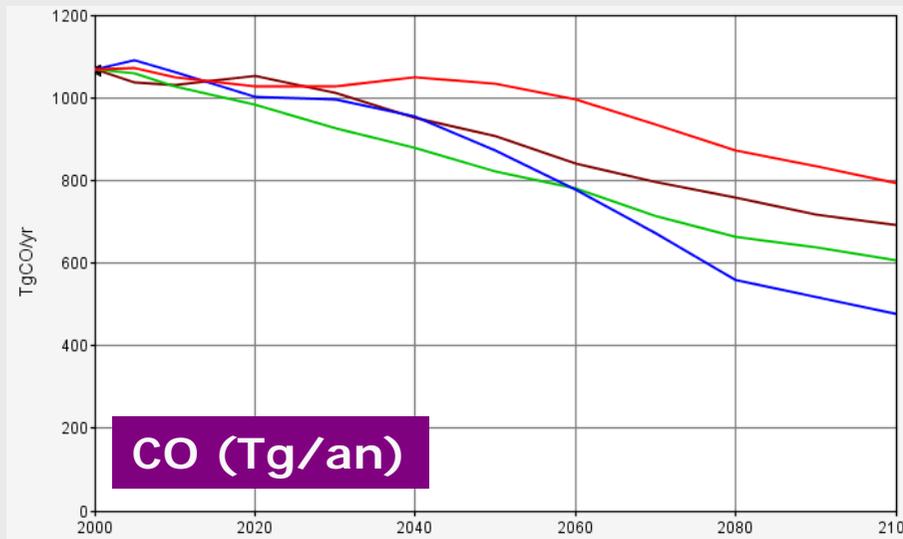
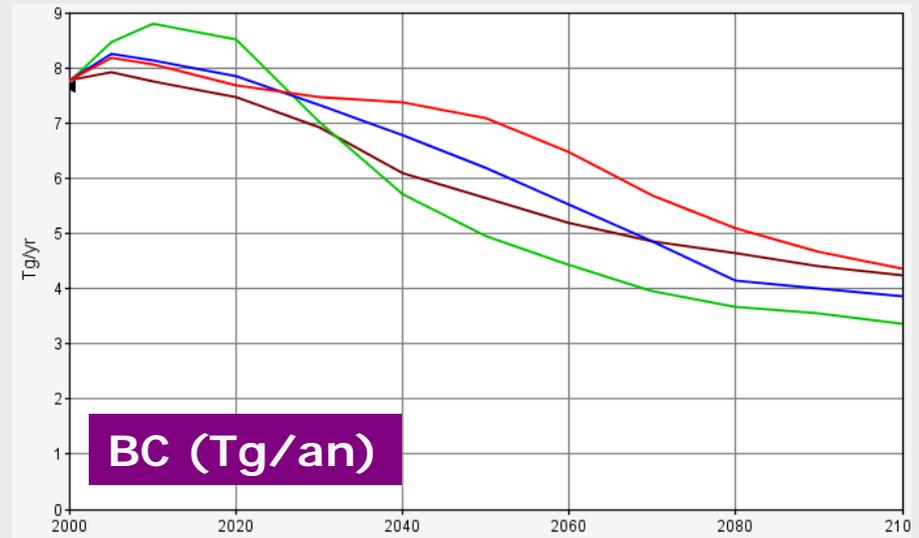
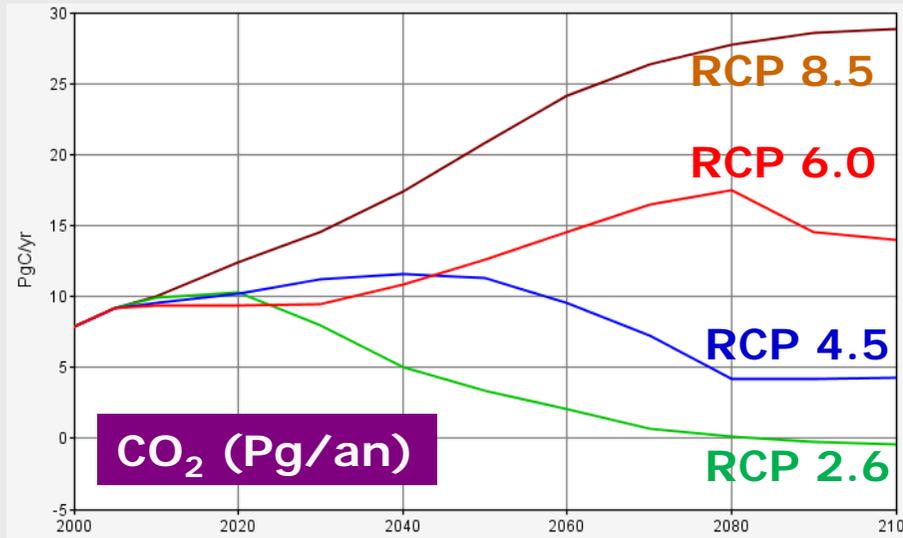
Un horizon temporel de 100 ans montre clairement l'importance de réduire les émissions de gaz à effet de serre de longue durée de vie (CO_2 , N_2O , CH_4).

Un horizon temporel plus court (20 ans) illustre l'importance de prendre également en compte les espèces réactives et les aérosols.



Evolution future de la composition et du climat : simulations GIEC AR5 (1/3)

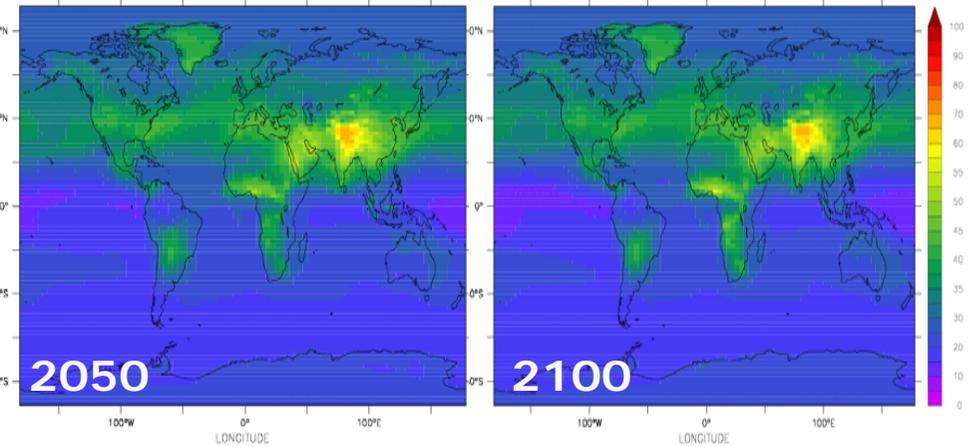
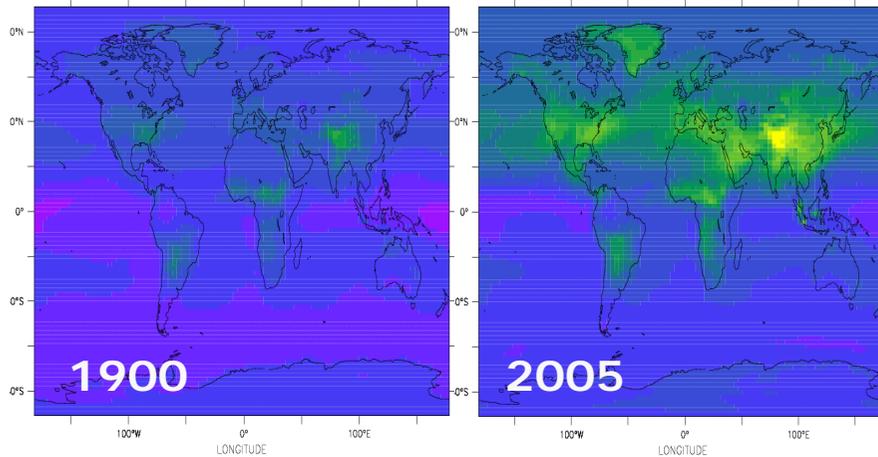
Representation Concentration Pathways (RCPs)



Evolution future de la composition et du climat : simulations GIEC AR5 (2/3)

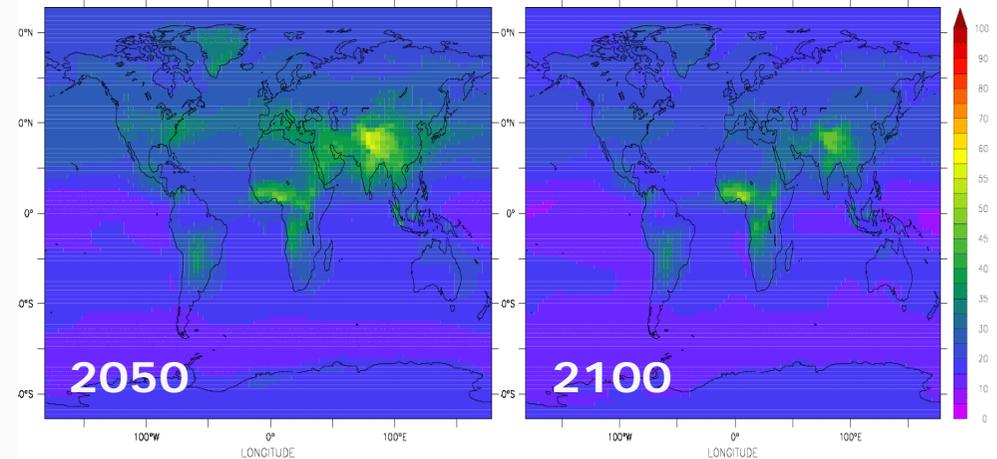
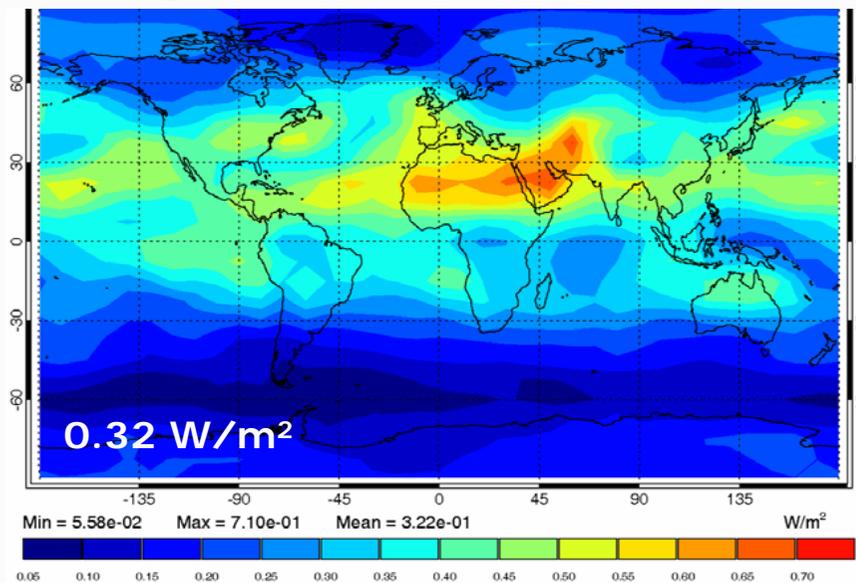
Ozone à la surface (ppbv)

RCP8.5



Forçage radiatif de l'ozone (W/m^2)

RCP2.6

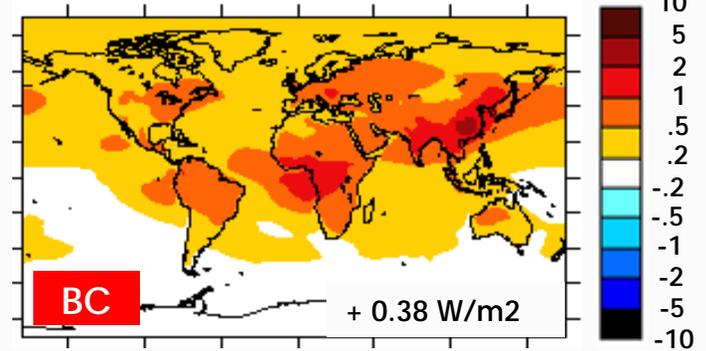
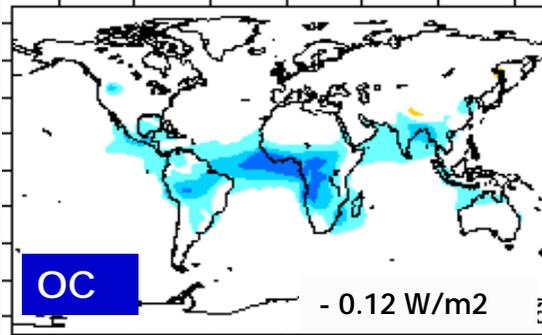
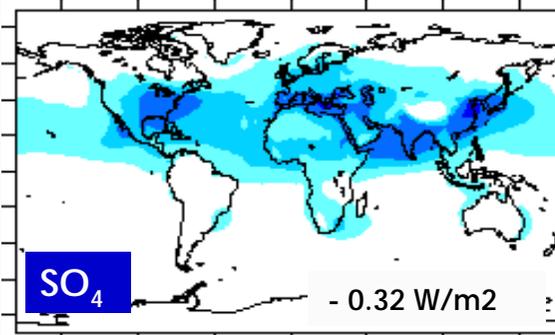
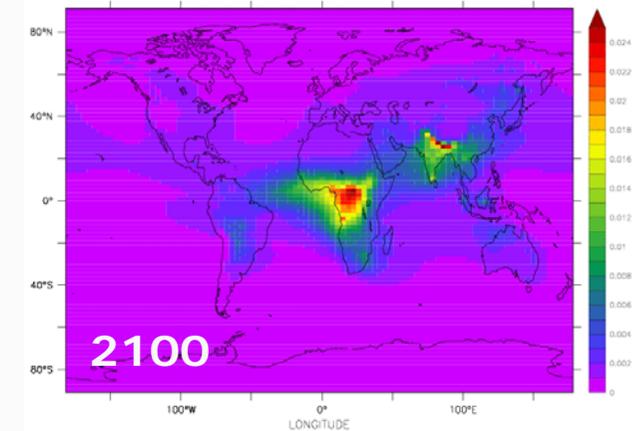
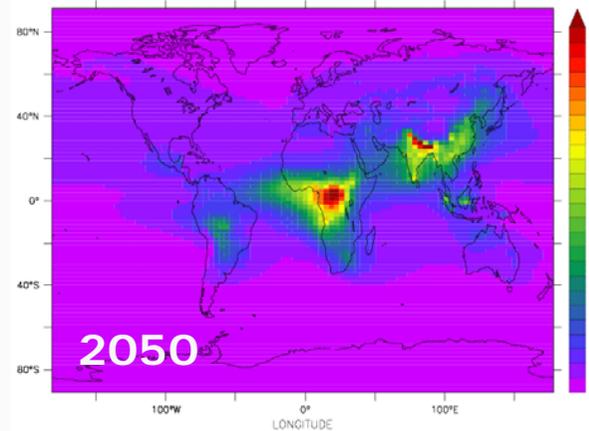
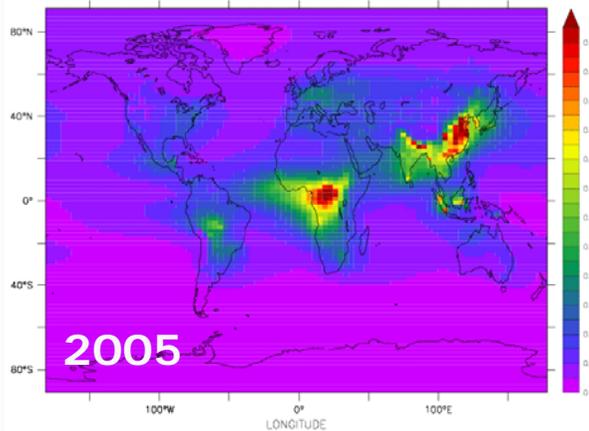


Szopa et al., 2011

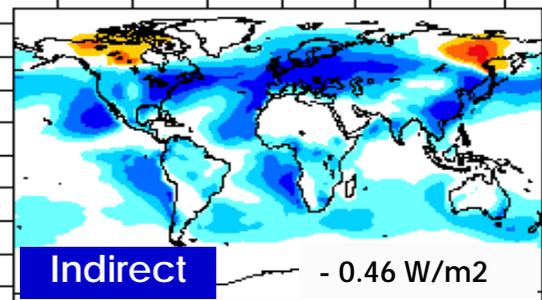
Evolution future de la composition et du climat : simulations GIEC AR5 (3/3)

Carbone Suie
Epaisseur optique

RCP8.5

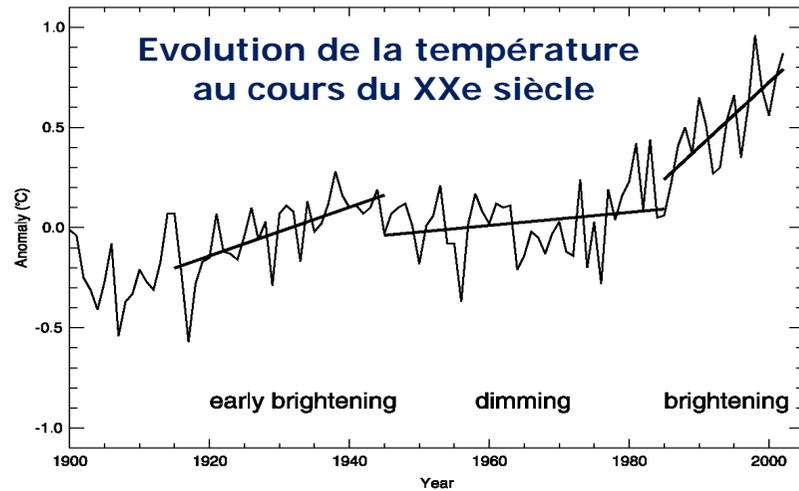


Forçage radiatif
des aérosols depuis le
pré-industriel



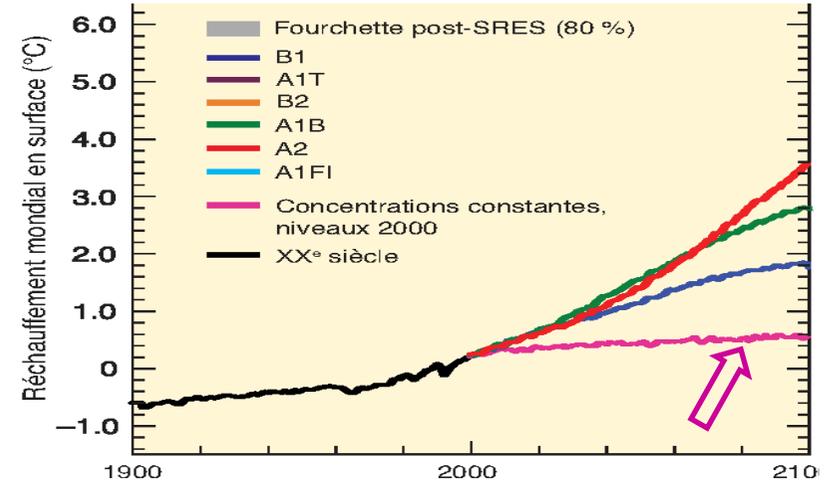
Szopa et al., 2011

Influence de la qualité de l'air sur le climat



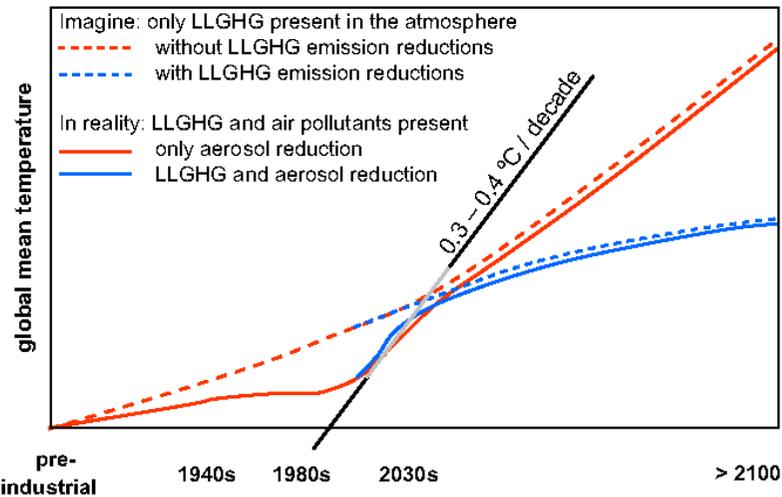
Wild, 2009

Conséquence pour les générations futures



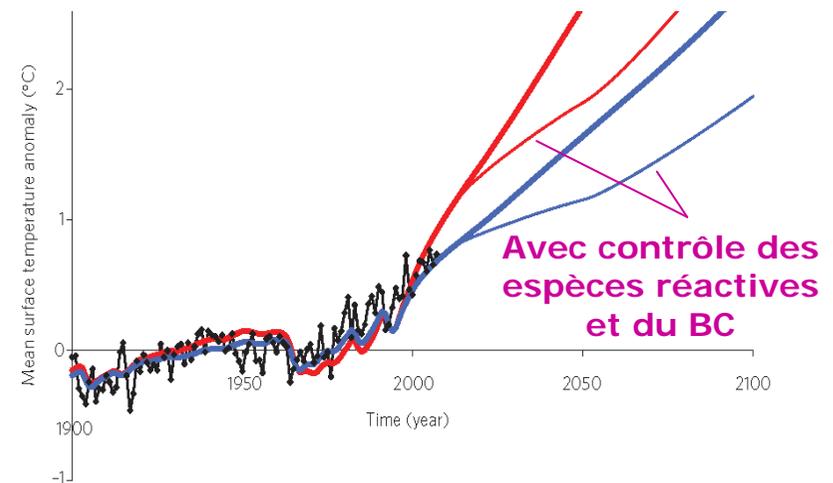
IPCC, 2007

Importance des réductions d'émissions



Raes et Seinfeld, 2009

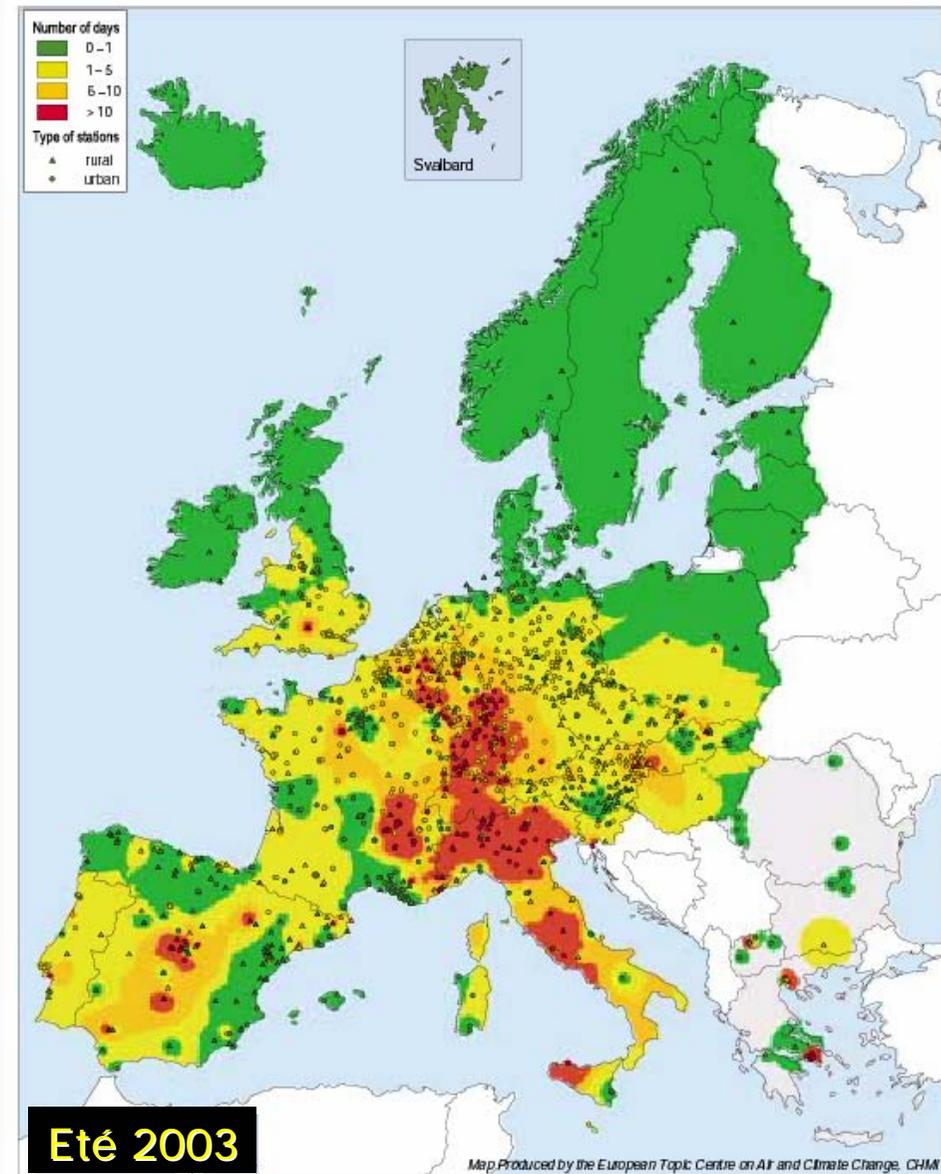
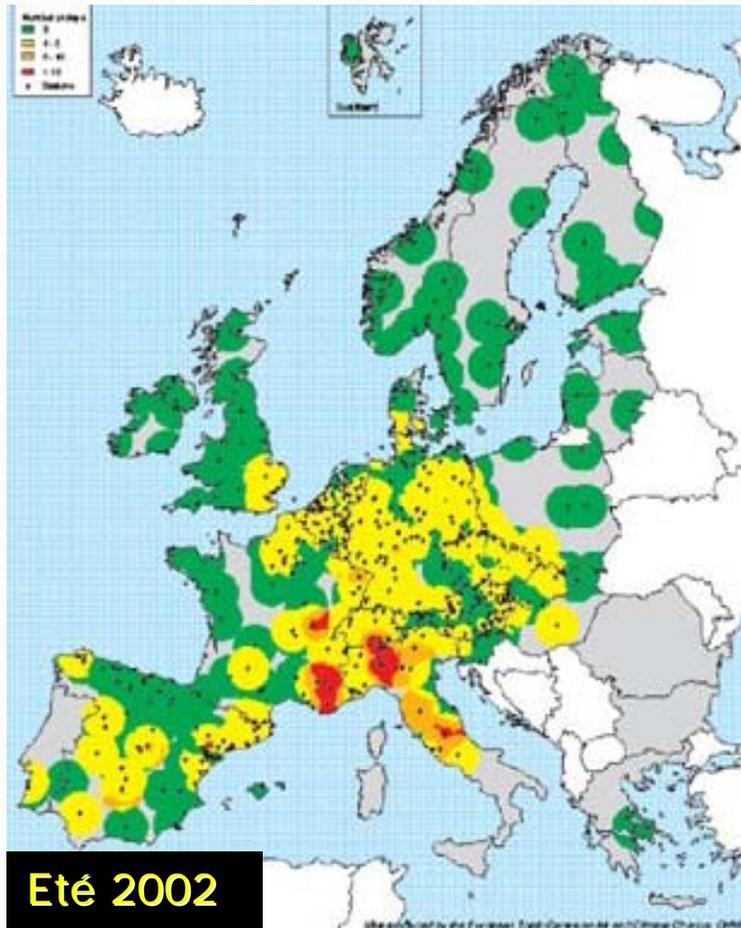
Importance des espèces réactives et des aérosols



Penner et al., 2010

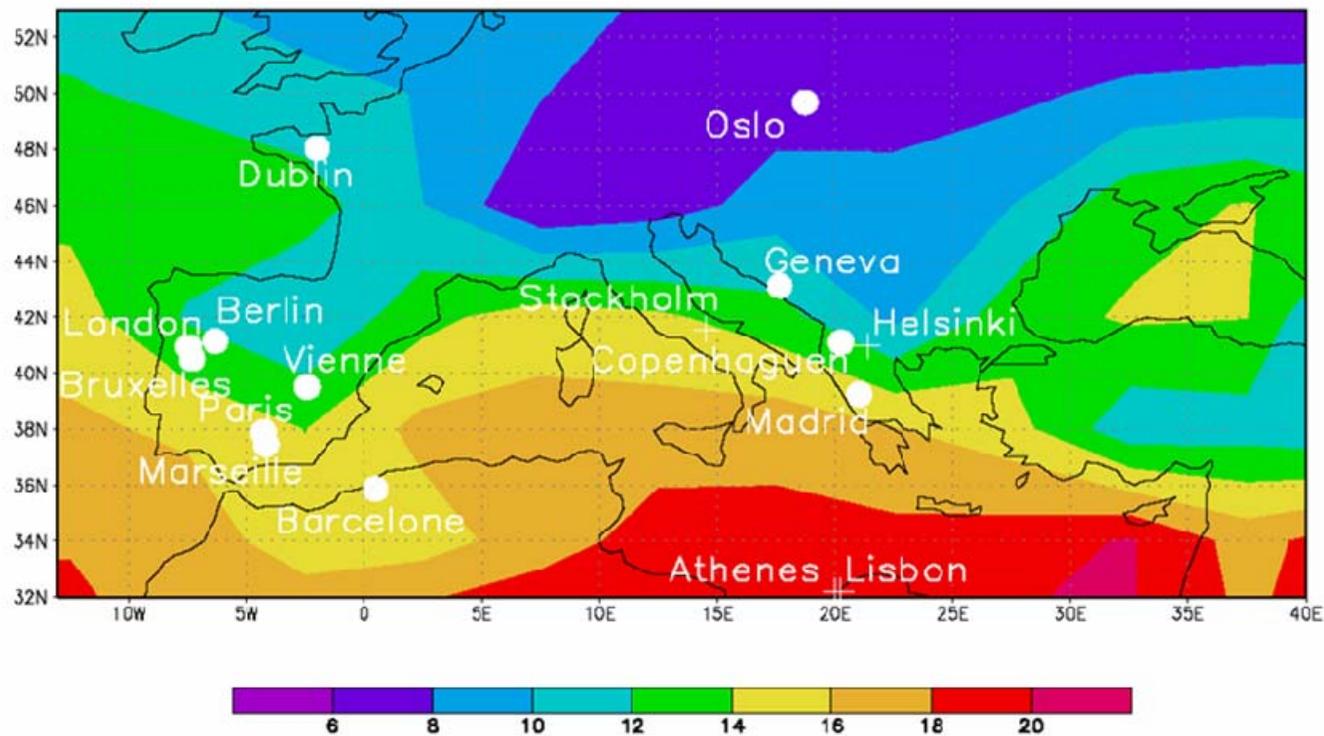
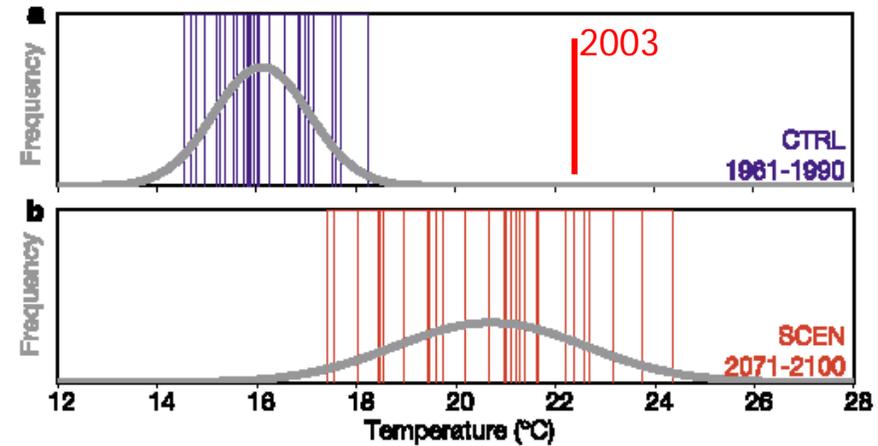
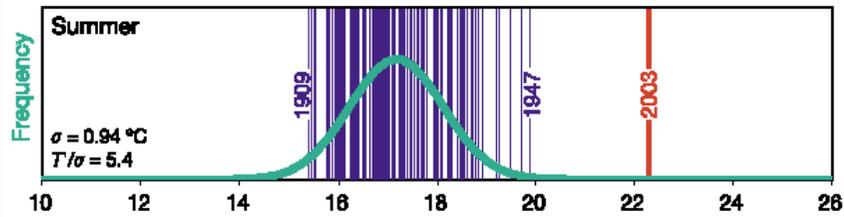
Influence du climat sur la qualité de l'air

Nombre de jours durant lesquels l'ozone a dépassé le seuil de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Nécessité d'anticiper de tels épisodes

**Canicule de 2003 :
15 000 morts en Europe**



After Hallegatte, Ambrosi, Hourcade (2007)

Emissions de Composés Organiques Volatils : rôle de la végétation

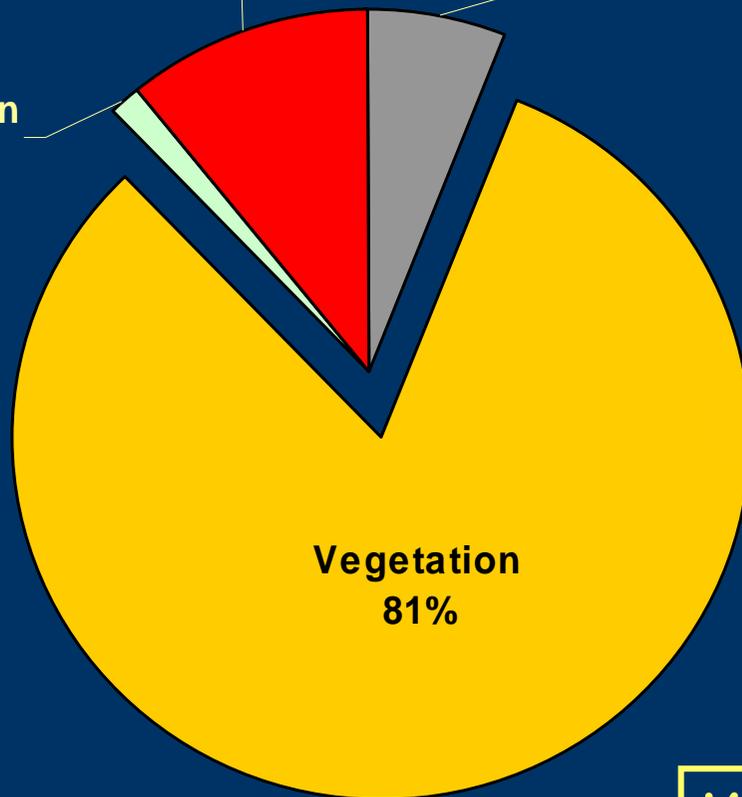
(Van der Werf et al.)
Biomass burning

11%

Fossil fuel

6% (EDGAR 3.2 - 1995)

Ocean
2%



Vegetation
81%

Acetone
6%

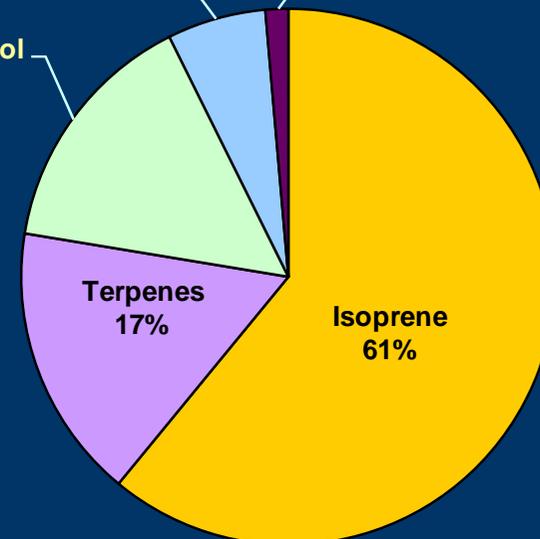
Other VOCs
1%

Methanol
15%

Acetone
6%

Terpenes
17%

Isoprene
61%



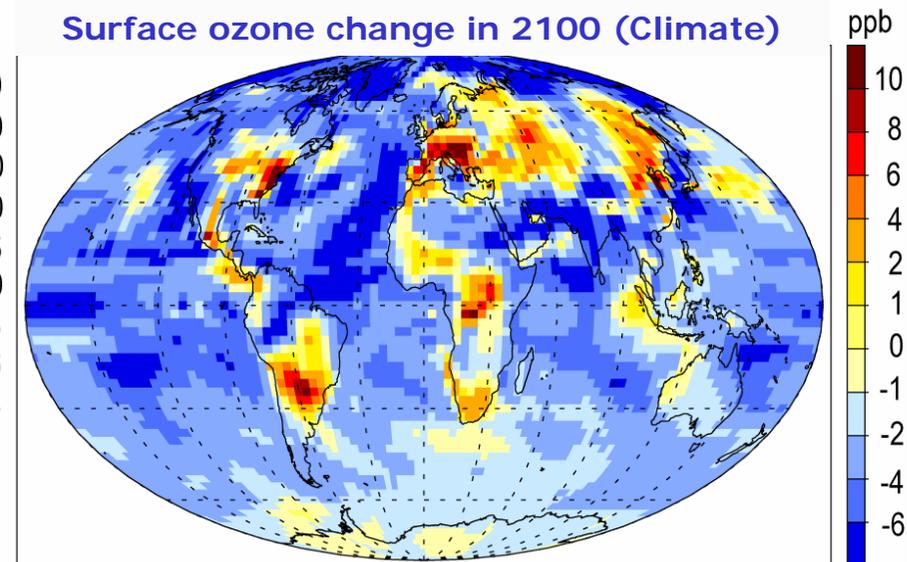
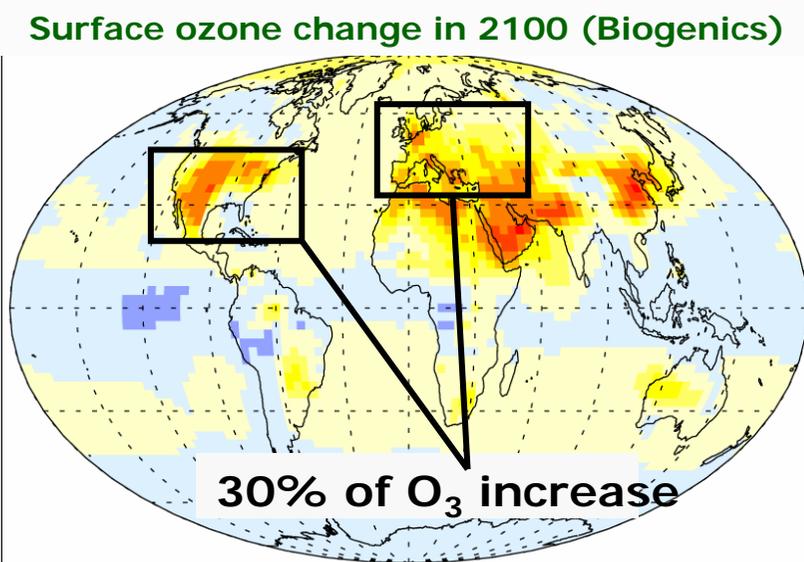
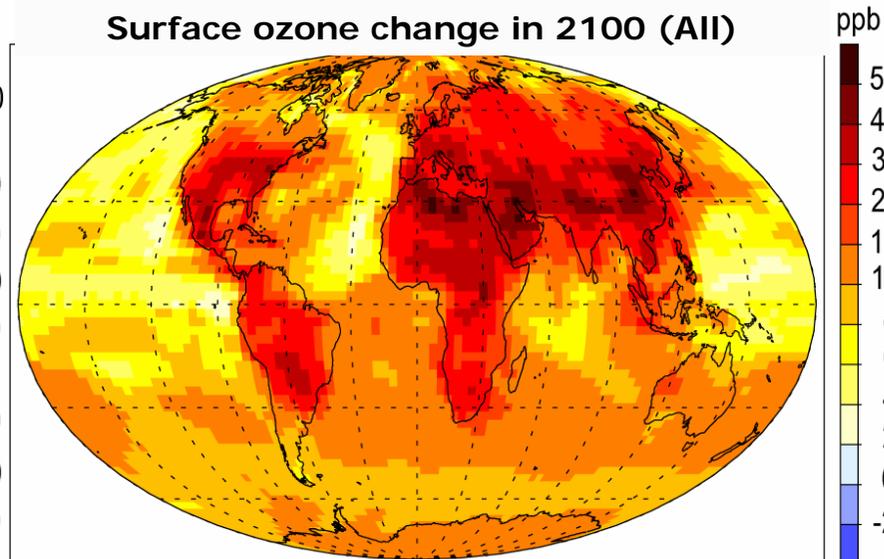
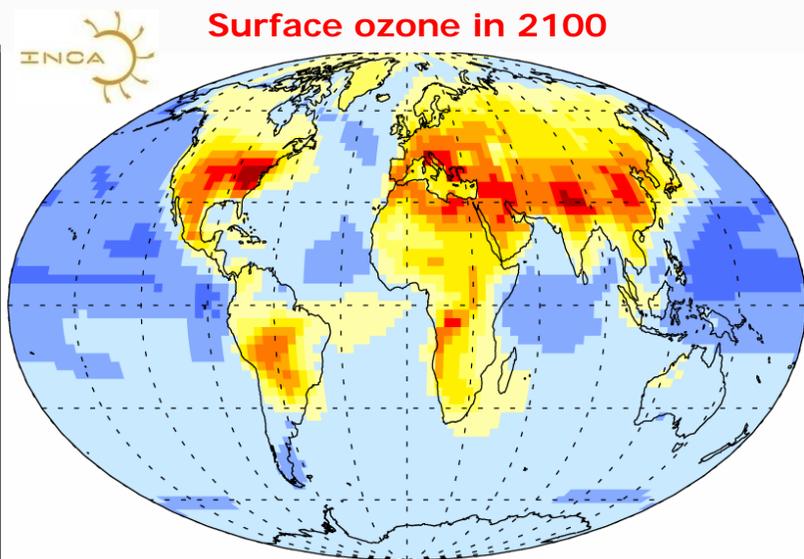
VOC : 882 TgC

CO : 514 TgC

CH₄ : 422 TgC

Total : 1818 TgC (1.8 PgC)

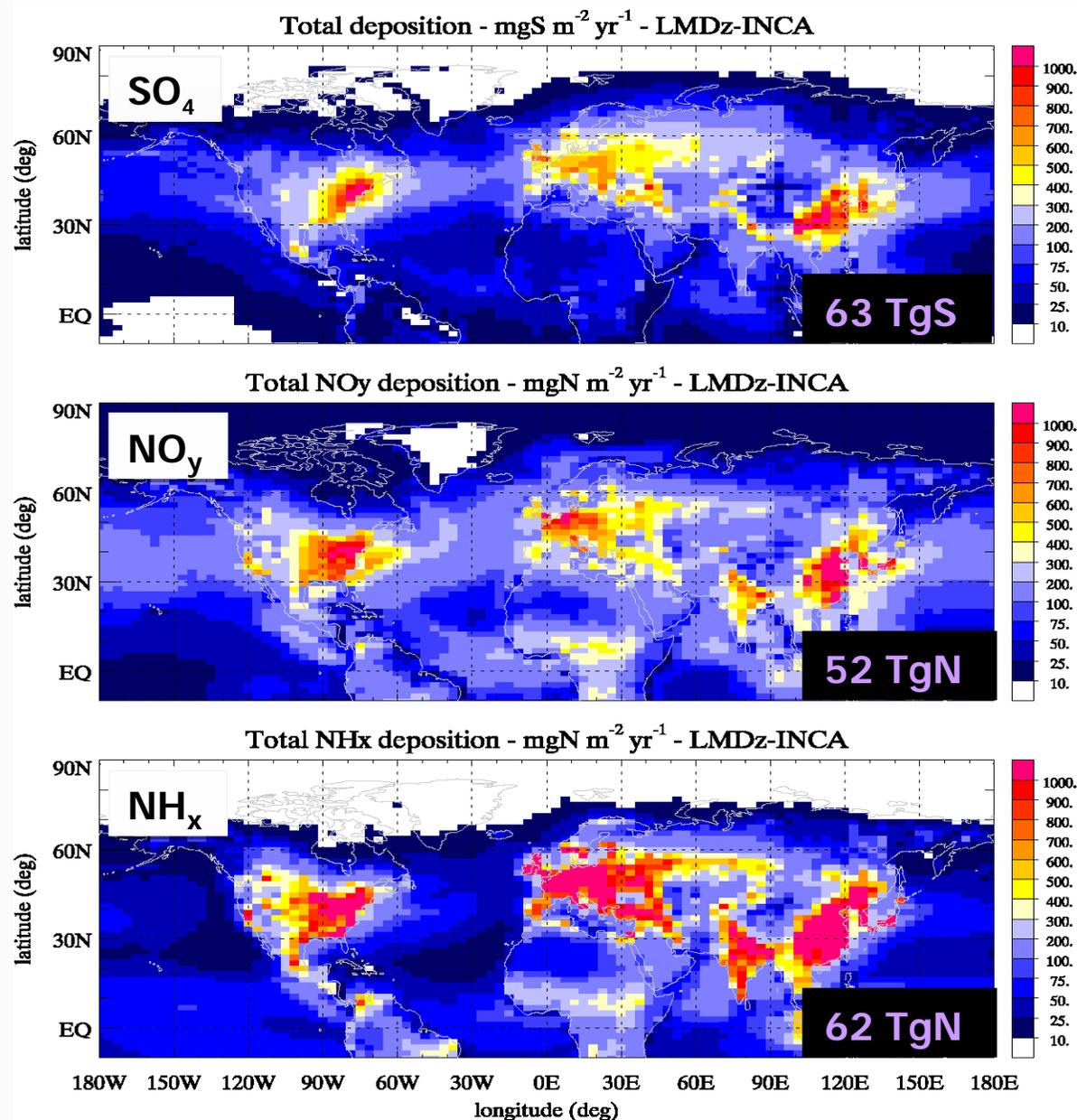
Importance des émissions "naturelles" sur l'évolution future



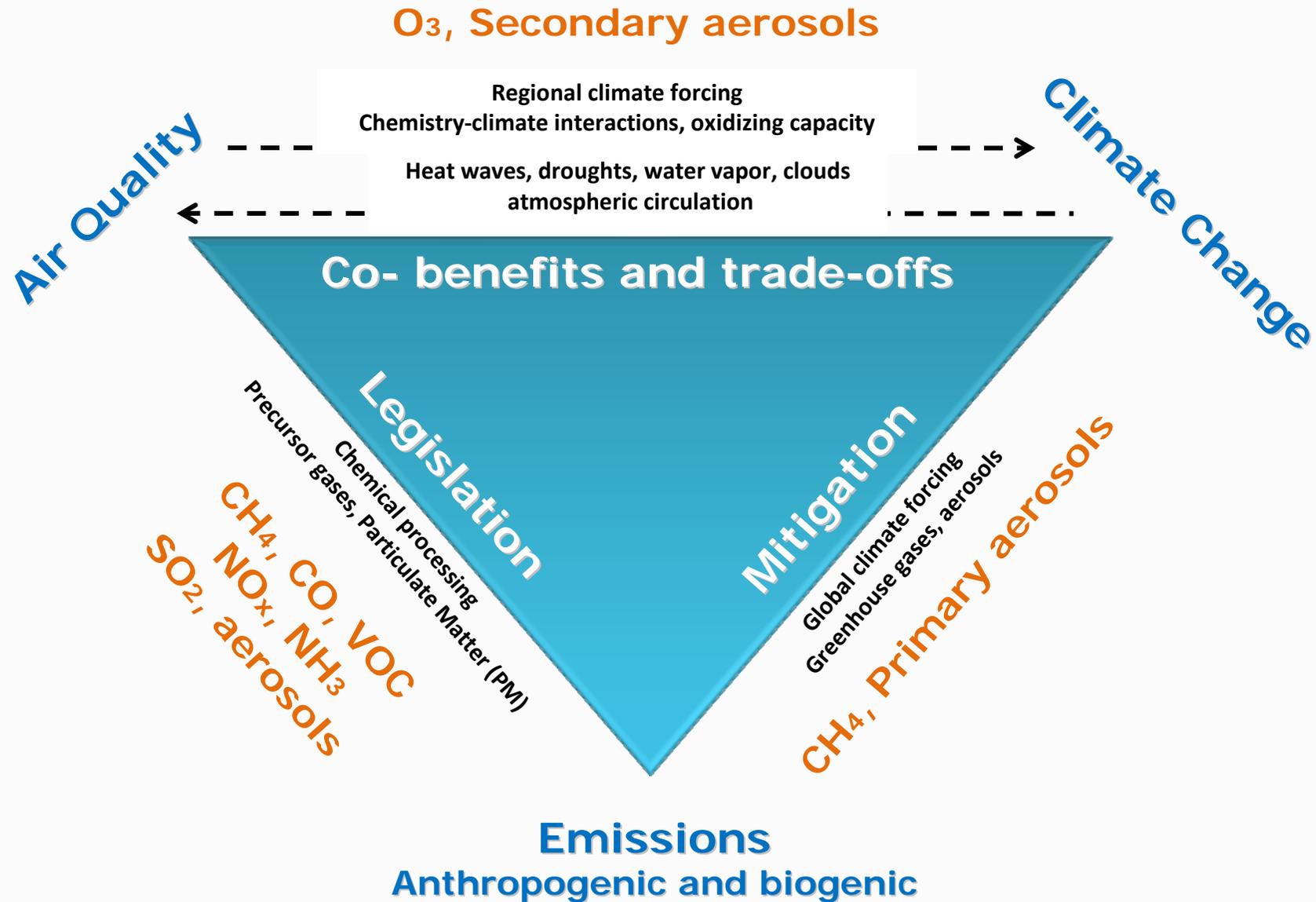
Hauglustaine et al., 2005

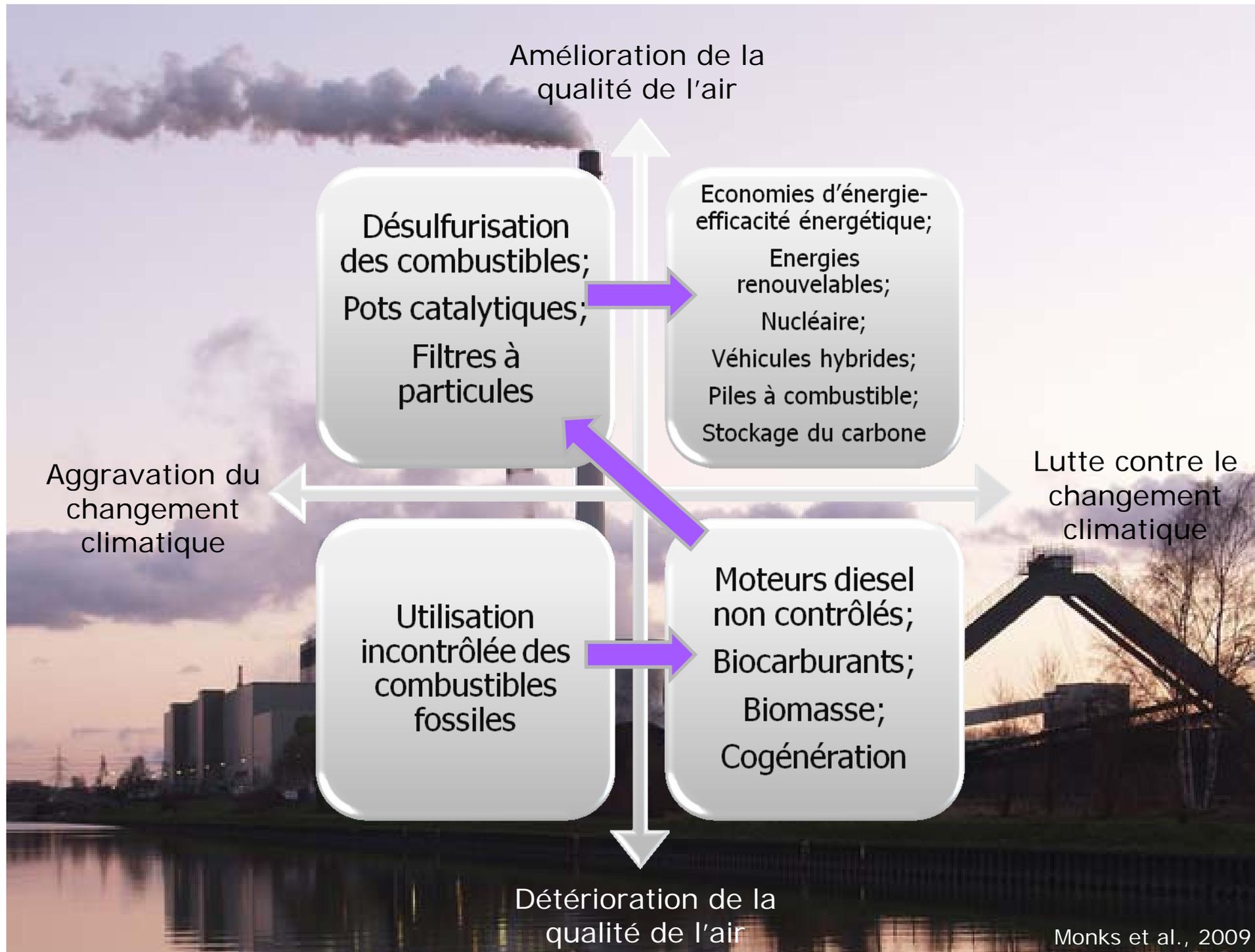
Le dépôt de soufre et d'azote à la surface : un problème toujours présent

Dépôt total
à la surface
 $\text{mg} / \text{m}^2 / \text{yr}$



Synergie entre les mesures de lutte contre le changement climatique et pour l'amélioration de la qualité de l'air





Synergies et co-bénéfices des mesures de réduction des émissions (1/2)

	Emissions de gaz à effet de serre	Emissions de polluants
Programmes d'économies d'énergie	Moins de gaz à effet de serre	Réduction des polluants
Augmentation de l'efficacité énergétique	Moins de gaz à effet de serre	Réduction des polluants
Transition charbon – gaz naturel	Moins de CO ₂ Réduction possible du CH ₄	Réduction des PM et du SO ₂
Récupération du gaz naturel	Moins de CO ₂ et de CH ₄	Réduction des polluants si absence de combustion
Cogénération	Moins de gaz à effet de serre	Réduction des polluants
Transition essence - diesel	Economie en carburant, moins de CO ₂	Augmentation des PM et des NO _x sauf si technologies de réduction des émissions
Hydrogène	Moins de gaz à effet de serre si non produit par combustibles fossiles	Réduction des polluants si non produit par combustibles fossiles

Synergies et co-bénéfices des mesures de réduction des émissions (2/2)

	Emissions de gaz à effet de serre	Emissions de polluants
Biocarburants	Réduction possibles suivant le mode de production Possible augmentation de N ₂ O	Augmentation possible de NH ₃ et des BVOC Possible augmentation de polluants
Incinération des déchets	Augmentation du CO ₂ mais réduction de CH ₄	Augmentation des polluants
Permis à polluer	Globalement moins de CO ₂	Possible augmentation locale des polluants
Stockage du carbone	Moins de CO ₂	Réduction des émissions de SO ₂ , VOC et NO _x Emissions indirectes traitement, transport
Puits de carbone	Moins de CO ₂	Augmentation des BVOC
Désulfurisation du combustible pour centrales	Réduction de l'efficacité et augmentation du CO ₂	Moins de SO ₂ et de PM
Normes EURO5 et EURO6	Réduction de l'efficacité et augmentation du CO ₂	Moins de PM
Pots catalytiques	Augmentation possible de N ₂ O	Moins de NO _x , VOC et CO Augmentation possible de NH ₃
Carburants sans soufre	Augmentation du CO ₂ dans les raffineries	Moins de SO ₂ et de PM