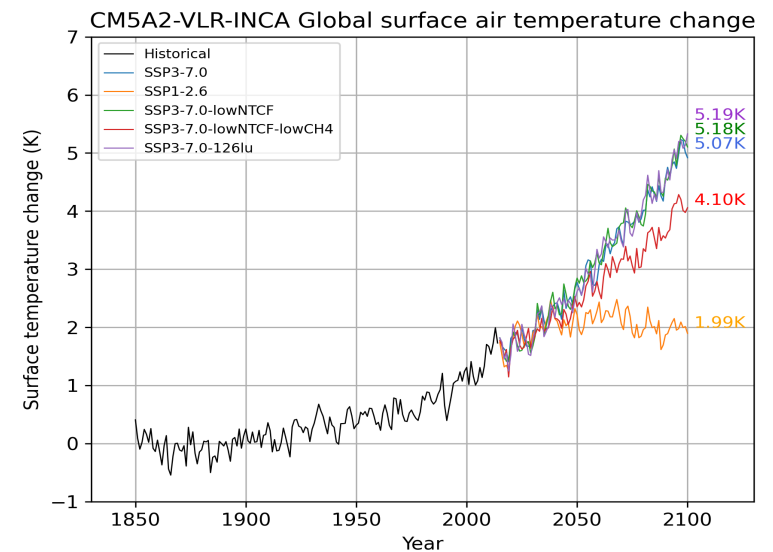
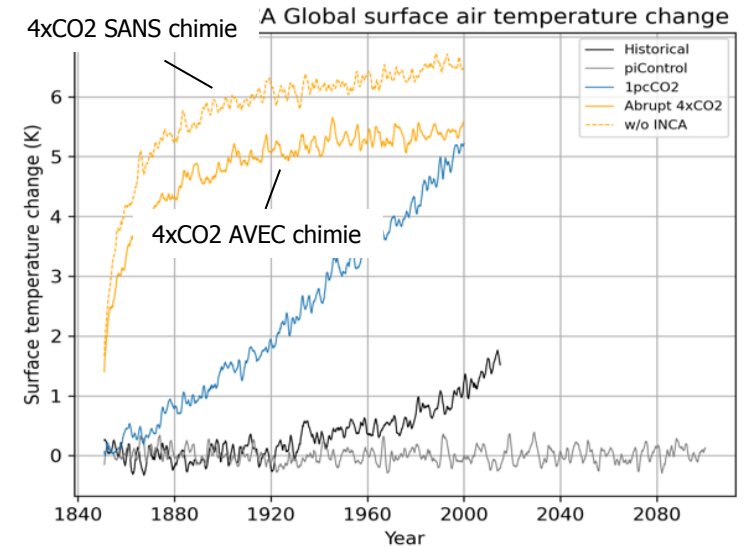


# MODELE INCA - INTERACTIONS AVEC LA CHIMIE ET LES AEROSOLS

Utilisation de CM5A2-VLR-INCA (NMHC-AERS-S) dans le cadre de AerChemMIP (1/4)

- Modèle **CM5A2-VLR-INCA**. Chimie de l'ozone dans la troposphère; chimie de l'ozone dans la stratosphère; les différents aérosols troposphériques (anthropiques: sulfates, nitrates, carbone suie, aérosols organiques et naturels: poussières désertiques, sels marins); émissions biogéniques de Composés Organiques Volatils (COVs) calculées par ORCHIDEE.
- Ancienne Physique. Nous n'avons pas utilisé RRTM pour ces simulations.
- Résolution : 96 x 95 x 39
- Simulations DECK (piControl, historical, 4xCO<sub>2</sub>, 1pcCO<sub>2</sub>) + SSP3-7.0 et SSP1-2.6 sur la période 2015-2100.

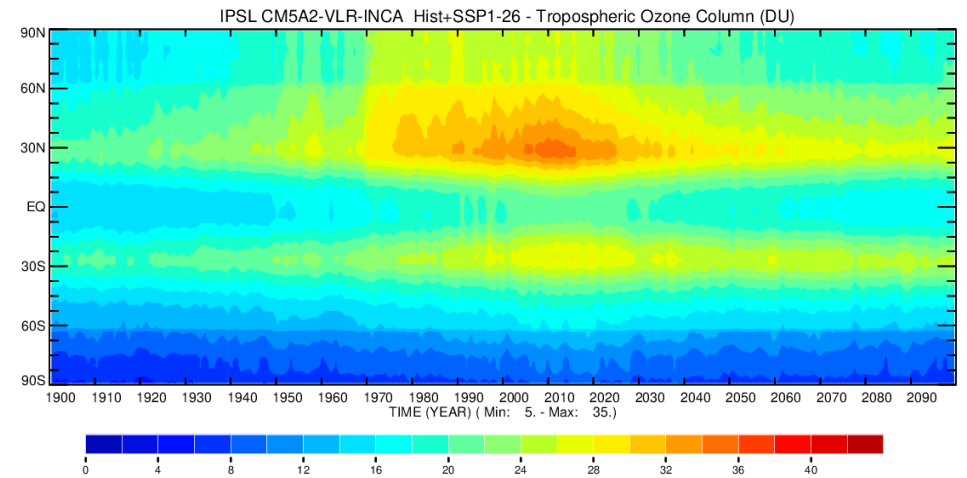
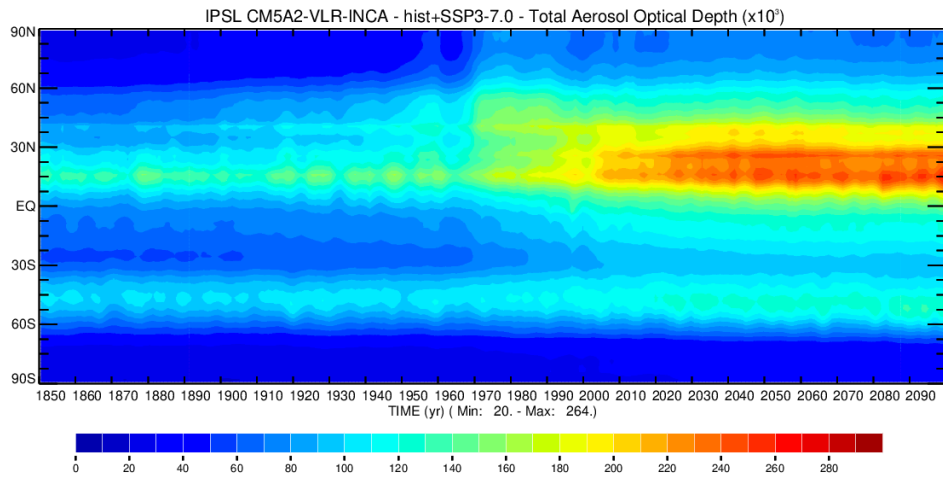
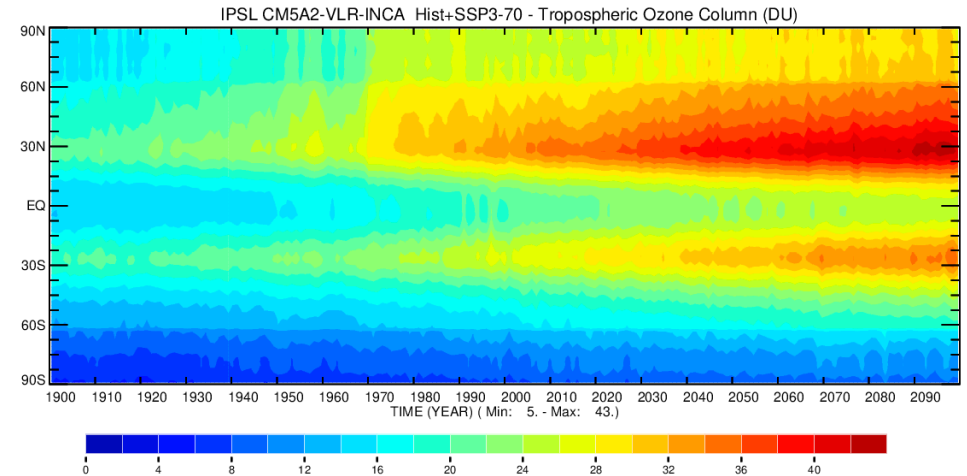


# MODELE INCA - INTERACTIONS AVEC LA CHIMIE ET LES AEROSOLS

Utilisation de CM5A2-VLR-INCA (NMHC-AERS-S) dans le cadre de AerChemMIP (2/4)

En plus du DECK et de SSP3-7.0, SSP1-2.6, plusieurs autres simulations longues (2015-2100) ont été réalisées pour l'étude de l'impact des émissions de CH<sub>4</sub>, VSLCF et du land-use.

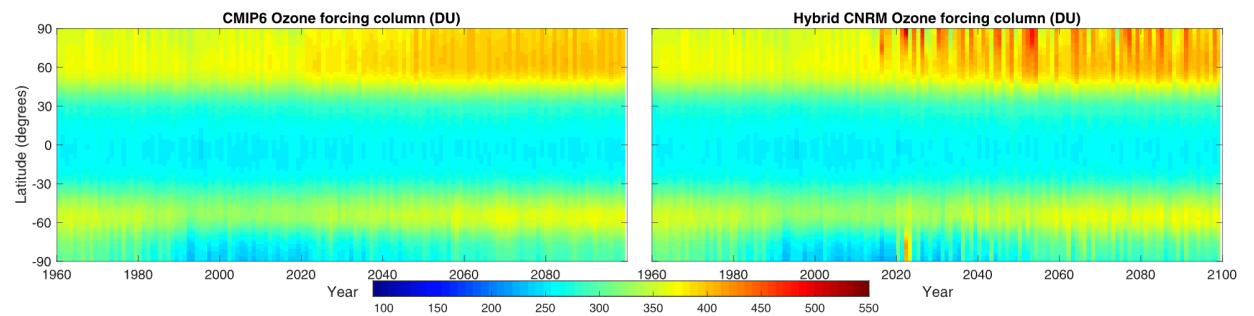
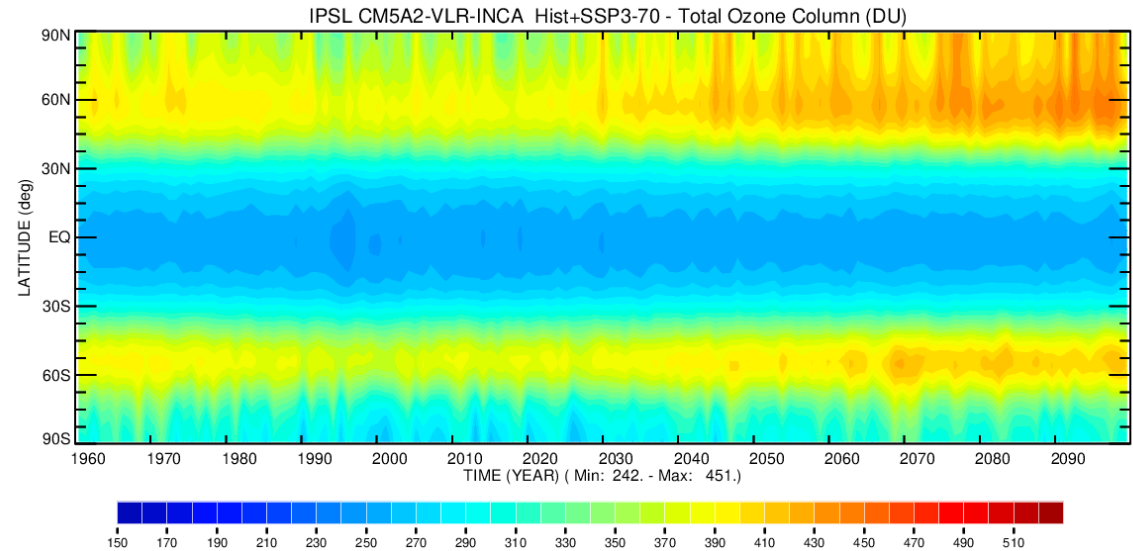
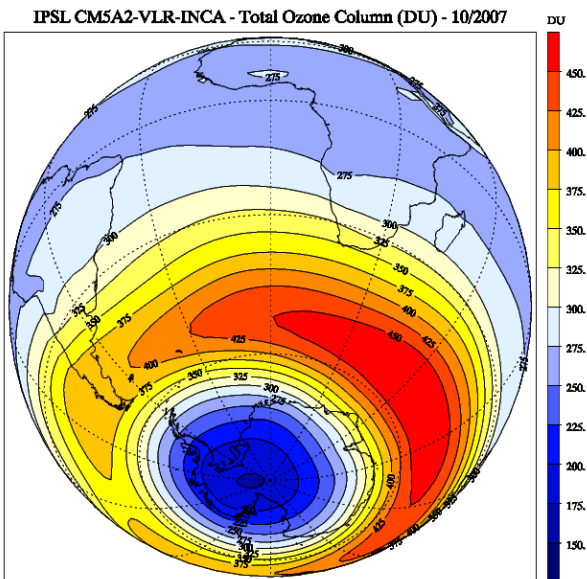
Dans le cadre du projet ESM2025, simulations piClim, piClim-O3 et piClim-AER pour calculer des forçages de l'ozone et des aérosols.



# MODELE INCA - INTERACTIONS AVEC LA CHIMIE ET LES AEROSOLS

Utilisation de CM5A2-VLR-INCA (NMHC-AERS-S) dans le cadre de AerChemMIP (3/4)

INCA permet de simuler l'ozone à la fois dans la troposphère et dans la stratosphère, d'abord en 19 niveaux dès 2008, puis en 39 niveaux dans le cas de CMIP6 et maintenant en 79 niveaux.



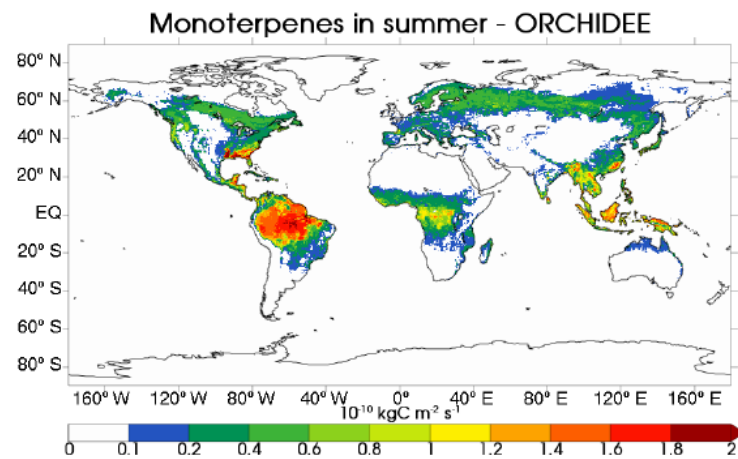
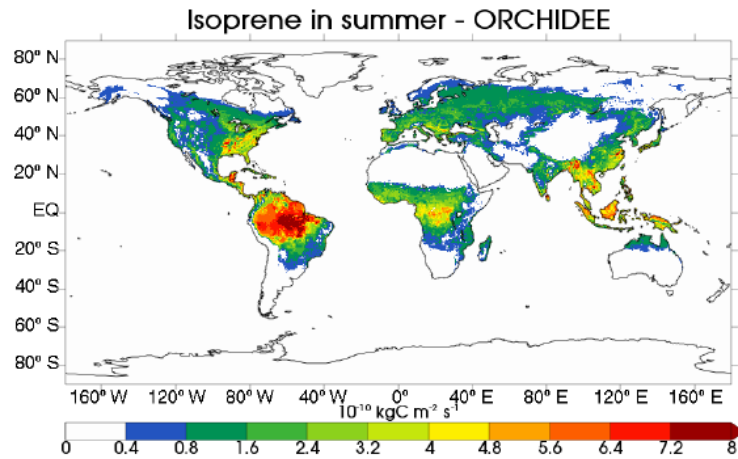
**Figure 4.** Zonal mean of the total ozone column (in Dobson unit) climatology prescribed for the end of the historical (1960–2014) and, as an example, the SSP4-6.0 scenario (2015–2100). Both the official CMIP6 data and the hybrid CNRM data are displayed. The data have been annually averaged. The interannual variability in the two data sets, which have been ratioed results a higher variability in the processed hybrid data.

Lurton et al., 2020

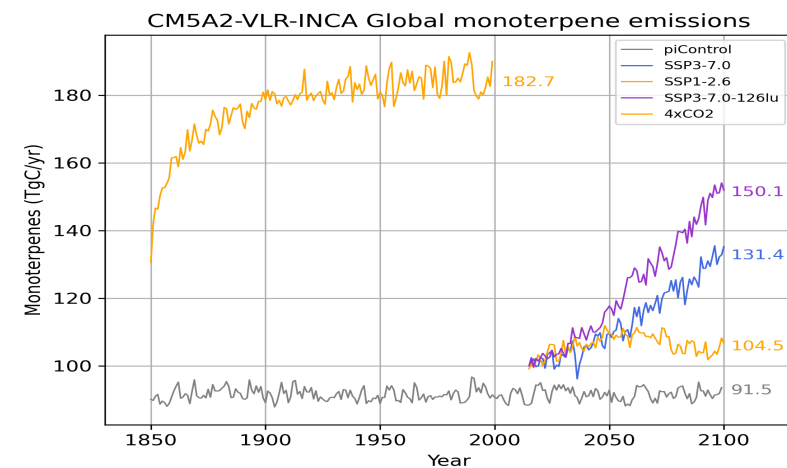
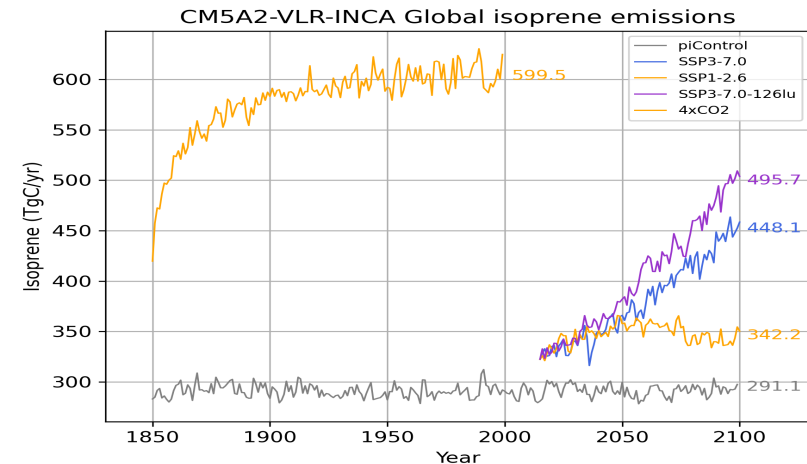
# MODELE INCA - INTERACTIONS AVEC LA CHIMIE ET LES AEROSOLS

Utilisation de CM5A2-VLR-INCA (NMHC-AERS-S) dans le cadre de AerChemMIP (4/4)

Le réchauffement, l'augmentation du CO<sub>2</sub> et l'utilisation des sols induisent une augmentation des émissions de Composés Organiques Volatils Biogéniques (COVB).



Messina et al., 2016



## MODELE INCA - INTERACTIONS AVEC LA CHIMIE ET LES AEROSOLS

### Autres développements et utilisations du modèle INCA

- Passage IPSL CM6-LR pour INCA en versions NMHC-AER et NMHC-AER-S avec configuration en 144 x 142 x 79 et Nouvelle Physique (révisions du lessivage des espèces solubles et émissions de NO<sub>x</sub> par les éclairs, ...);
- Développements spécifiques du modèle: 4 modes en taille pour les poussières désertiques, espèces halogénées dans la troposphère (Cl, Br, I) et capacité oxydante, chimie aqueuse, actualisation chimie hydrocarbures, ...;
- Dans le cadre du projet ESM2025: utilisation du modèle couplé en mode ESM avec émissions de N<sub>2</sub>O interactives par les sols et l'agriculture calculées par ORCHIDEE, couplage avec PISCES pour N<sub>2</sub>O et pour les espèces soufrées. Ce travail sera ensuite étendu au méthane dans le cadre de TRACCS;
- Afin de mieux représenter les zones sources et pour inversion des sources : développement également d'une version à haute résolution horizontale en grille régulière (256x256) ou en grille icosaédrique (thèse de Z. Lloret).

# MODELE INCA - INTERACTIONS AVEC LA CHIMIE ET LES AEROSOLS

## Perspectives et besoins

- Transfert radiatif : 1) version off-line pour calculer des forçages radiatifs de l'ozone (EC-RAD) et 2) pour simulations futures en couplé dans le cadre de CMIP7 (problème CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O);
- Version 95 niveaux pour une meilleure représentation de la dynamique et de la chimie stratosphérique (impact des avions supersoniques et hypersoniques, impact lancement constellations satellites, ...) – couplage avec STRATAER;
- Version haute résolution horizontale en grille régulière pour les inversions des sources à l'aide des mesures satellitaires ou en grille icosaédrique pour application de qualité de l'air-santé (LAM);
- CMIP7: effort sur les simulations piClim pour calculer des forçages radiatifs des espèces à courte durée de vie ou refaire quelques simulations longues si les scénarios d'émissions sont intéressants pour la chimie (mais manque de main d'œuvre sur ce point);
- Importance de garder une version à plus basse résolution et plus rapide pour applications paléoclimatiques (en particulier pour l'évolution du méthane ou de l'ozone);
- Vigilance: rester en phase avec les développements de la physique dans LMDZ et avec les différentes versions du modèle couplé.