

Changement climatique: Impacts sur la qualité de l'air

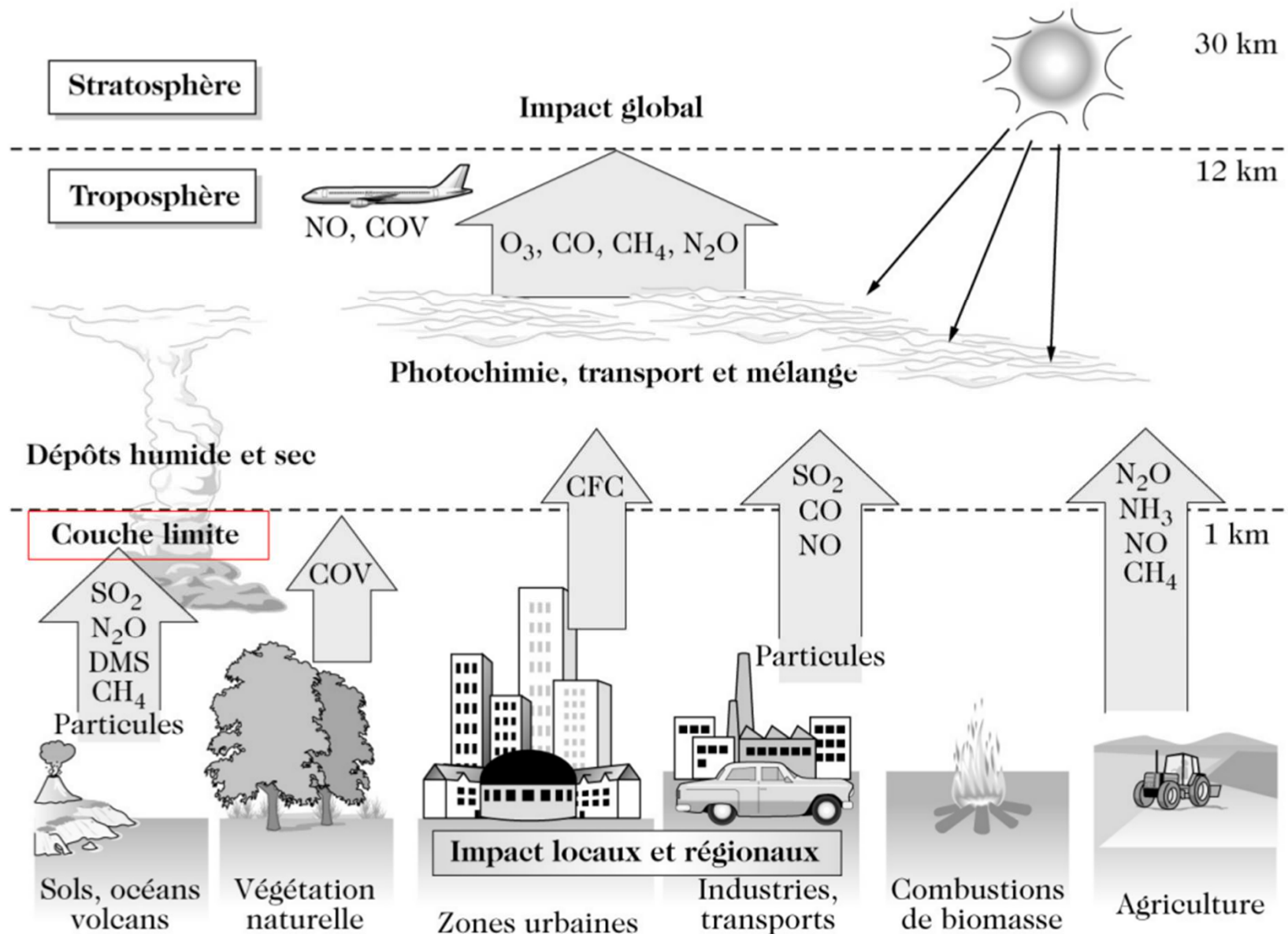
Lacressonnière Gwendoline

ARIA-Technologies

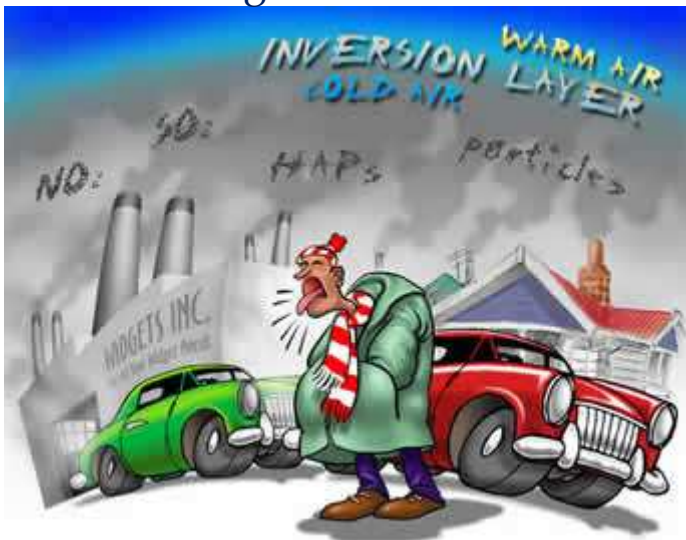
and Watson, L., Engardt, M., Gauss, M., Andersson, C., Beekmann, M., Colette, A., Foret, G., Josse, B., Marécal, V., Nyiri, A., Siour, G. and Vautard, R.



Basse atmosphère et processus physico-chimiques



Smog Londonien



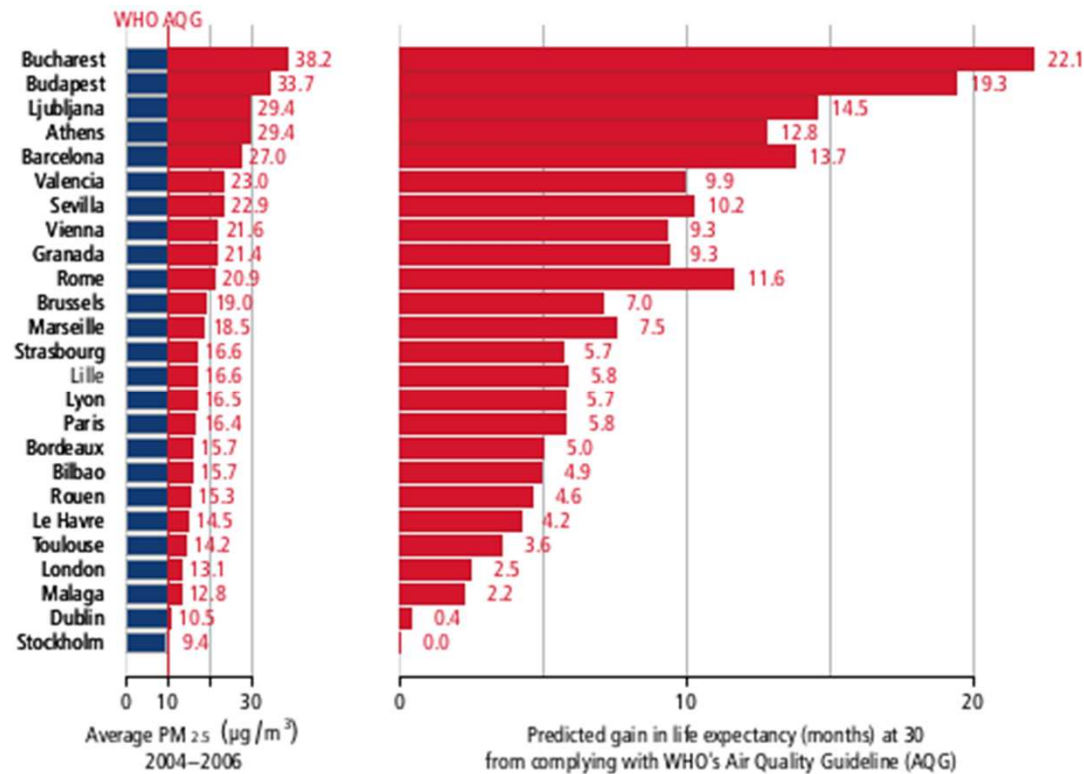
- ▶ Pollution par les polluants **primaires**, directement émis (dioxyde de soufre SO₂, oxydes d'azote NO_x, composés organiques volatils COVs, particules PM,)

Smog Californien



- ▶ Pollution par les polluants **secondaires**, formés dans l'atmosphère (O₃, aérosols sulfatés, nitrates, aérosols organiques secondaires)

Qualité de l'air et santé



Gain moyen d'espérance de vie (mois) à l'âge de 30 ans dans les 25 villes du projet Aphekom si les niveaux moyens annuels de particules fines (PM_{2,5}) étaient ramenés à 10 µg.m⁻³ (valeur OMS)

- ▶ Surveillance de la qualité de l'air est devenue une priorité
- ▶ Evolution des réglementations européenne, nationale et régionale à mesure des connaissances de l'impact sanitaire des polluants

Interactions air et climat

Influence entre changement climatique et pollution atmosphérique sont entrecroisées

- ▶ Composition chimique de l'atmosphère affecte le climat (gaz à effet de serre, effets directs et indirects des aérosols)
- ▶ Certaines émissions, le transport, le dépôt, les transformations chimiques dépendent des conditions météorologiques/climatiques

Expected effect of
21st-century climate
change



Stagnation

Temperature

Mixing depth

Precipitation

Cloud cover

Relative humidity

Observed dependences on
meteorological variables (polluted air)

Ozone



PM



Jacob and Winner [2009]

Projet Européen IMPACT2C

- **IMPACT2C** (projet Européen FP7) évalue les impacts d'une augmentation globale des températures de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle sur différents secteurs (agriculture, transport ...)
- **Dans le cadre de ce projet**, nous avons évalué ces impacts sur la chimie, le dépôt et le transport des polluants sur l'Europe
- Des simulations numériques ont été conduites pour différents polluants d'intérêts pour l'étude de la qualité de l'air (O₃, PM10, PM2.5) pour le climat présent (HINDCAST, HISTORICAL) et les projections futures

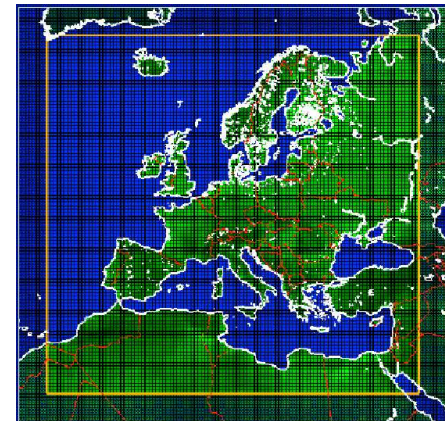


1. Méthodologie

- Inter comparaisons de 4 modèles de chimie-transport (CTMS): CHIMERE [IPSL], EMEP [MET.NBO], MATCH [SMHI] et MOCAGE [Météo-France]

Institute	CTM	Driving GCM	RCM used for downscaling	Chemical boundary conditions
CNRS-IPSL	CHIMERE	IPSL-CM5A-MR	WRF	LMDz-INCA
MET.NO	EMEP	NorESM	WRF	LMDz-INCA
SMHI	MATCH	EC-EARTH	RCA4	LMDz-INCA
Météo-France	MOCAGE	ARPEGE	ARPEGE	MOCAGE

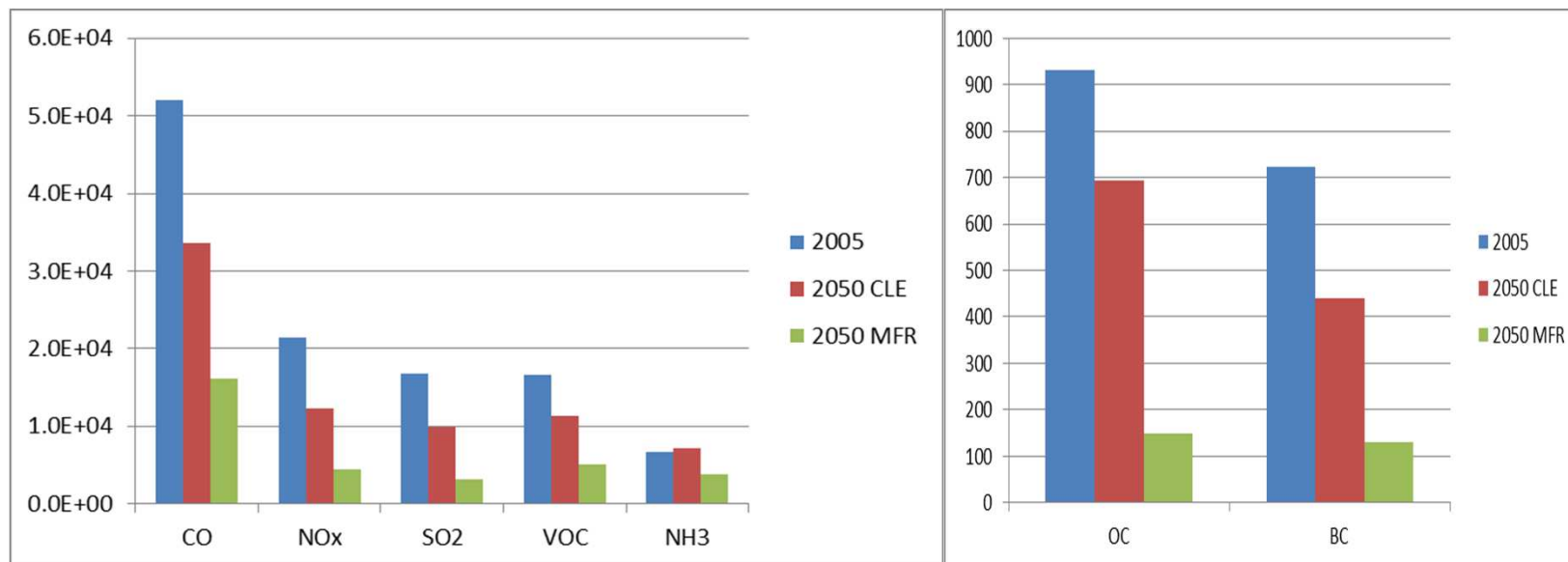
- Emissions anthropiques de 2005 et 2050 du projet ECLIPSE (<http://eclipse.nilu.no/>).



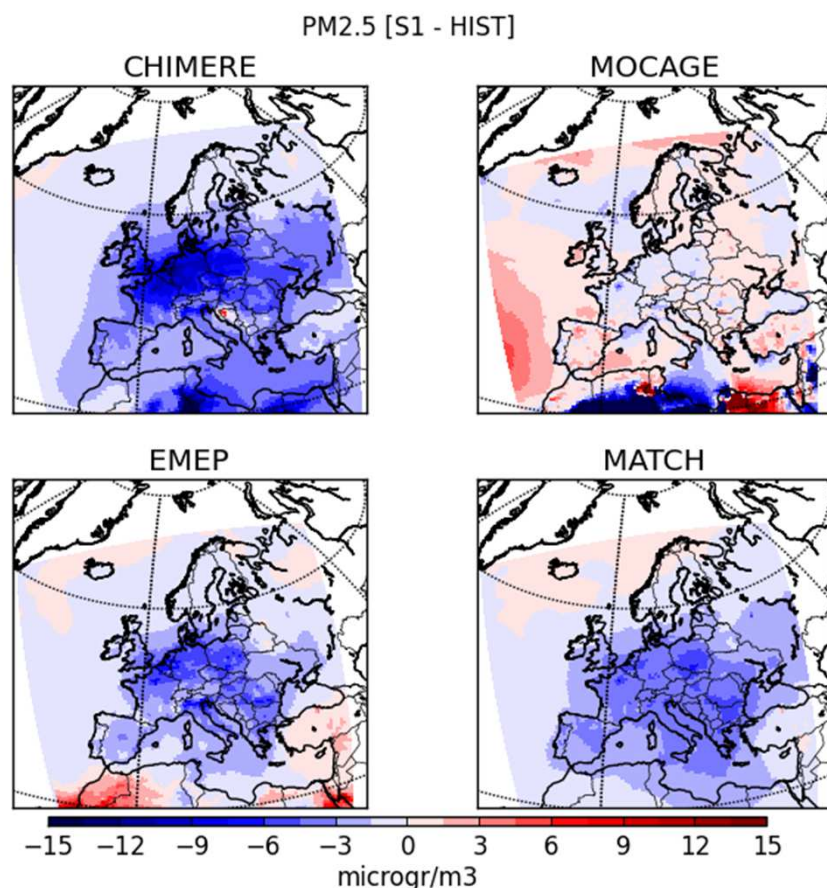
2. Scénarios futurs

Simulations	Climat	CL	Emissions
HISTORICAL	1971-2000	2005	ECLIPSE v4a 2005
S1	+2°C RCP4.5	2050	ECLIPSE v4a 2050 CLE
S2	1971-2000	2050	ECLIPSE v4a 2050 CLE
S3	+2°C RCP4.5	2050	ECLIPSE v4a 2050 MFR**

* Current Legislation Emissions , ** Maximum Feasible Reduction

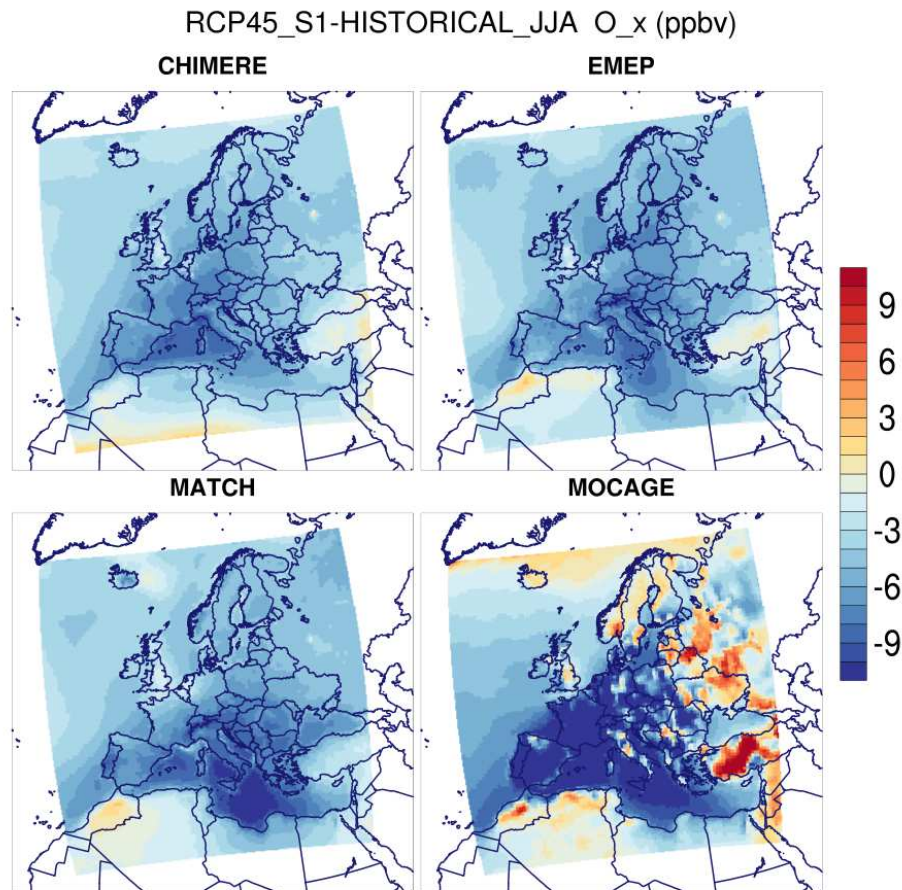


2.1 Effets combinés du changement climatique et des émissions



- ▶ 3 des CTMs simulent une forte diminution des particules fines (PM2.5) dans le scénario futur
- ▶ Les aérosols secondaires diminuent dans la projection future, puisque les émissions de précurseurs (NO_x , SO_2 , ...) diminuent dans le scénario CLE

Différences de [PM2.5] entre S1 et HISTORICAL
(Lacressonnière et al., in prep)



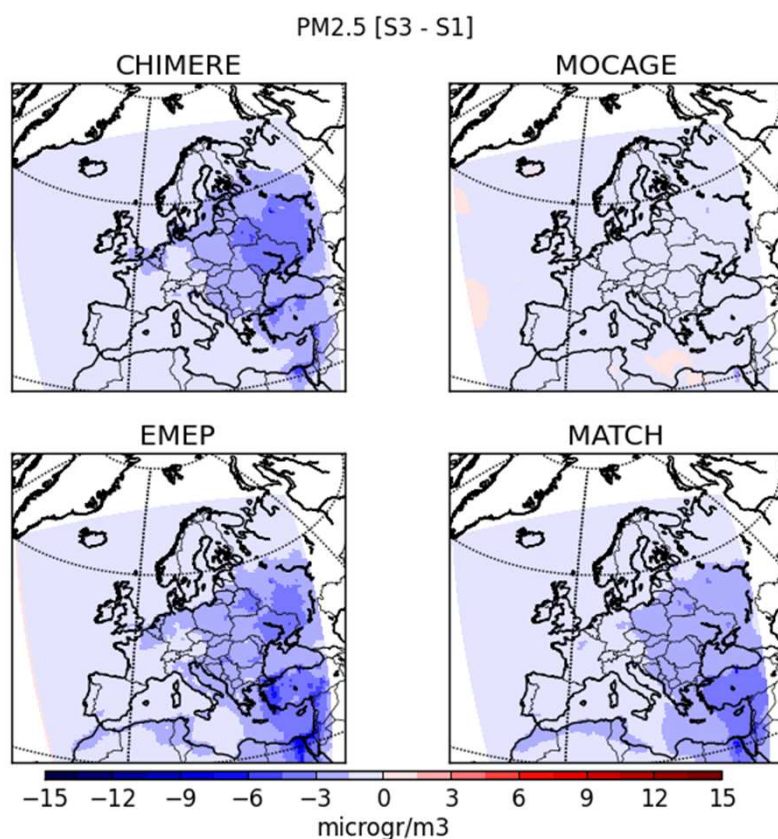
- Les CTMs simulent une diminution des niveaux d'O₃ en été (4-5 ppbv)
 - ▶ l'augmentation de la production photochimique de l'O₃ due au changement climatique régional est contrebalancée par la réduction des émissions anthropiques

Différences de [O₃] entre S1 et HISTORICAL
(Watson et al., in prep)

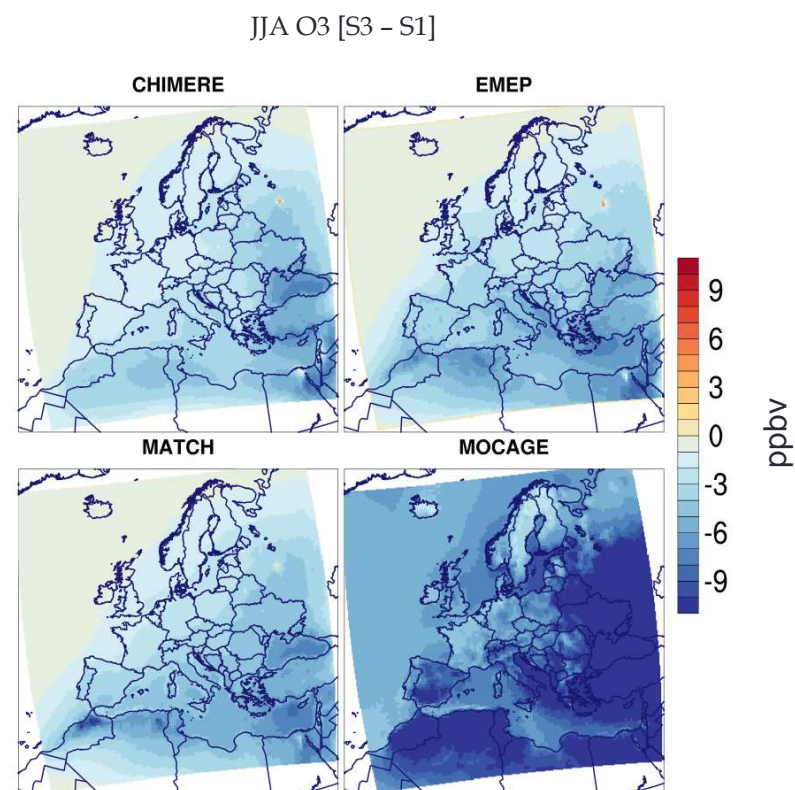
2.2 Effets des scénarios de réduction des émissions anthropiques

Les différences entre S3 (MFR) et S1 (CLE) mettent en évidence:

- ▶ une diminution des concentrations de PM2.5 en surface de $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ avec le scénario MFR
- ▶ les concentrations d'Ozone diminuent fortement en été (entre 3 et 9 ppbv)



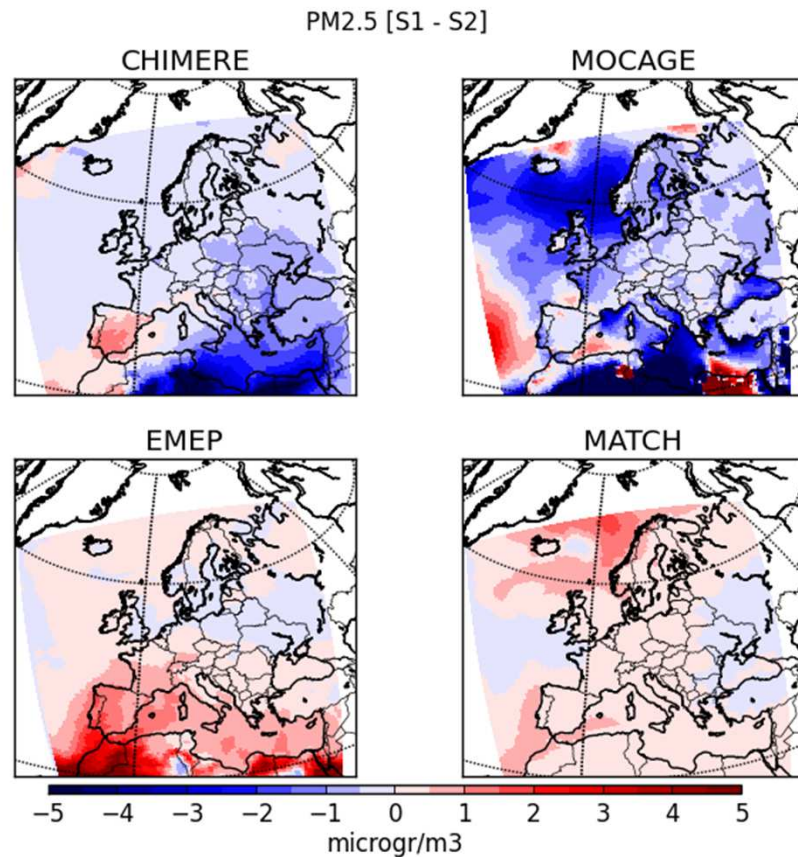
Différences de [PM2.5] entre S3 et S1 (Lacressonnière et al., in prep)



Différences de [O₃] entre S1 et S3 (Watson et al., in prep)

2.3 Effets du changement climatique régional

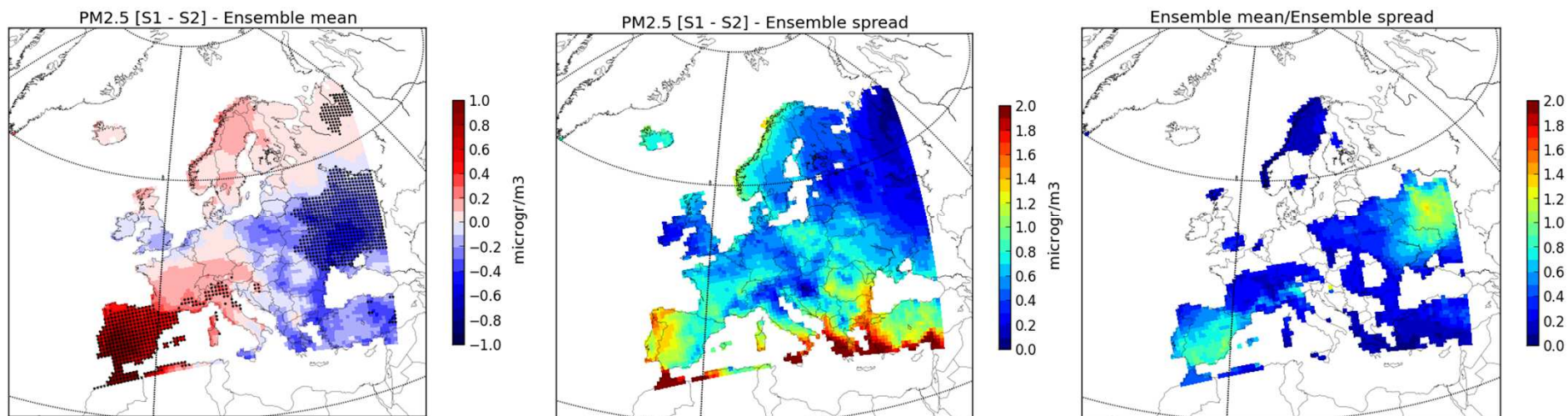
- Les différences entre S1 and S2 illustrent l'impact d'une augmentation des températures à 2°C sur les concentrations de PM de surface, en l'absence de changement d'émissions anthropiques sous l'effet du changement climatique régional uniquement



Différences de [PM2.5] entre S1 et S2
(Lacressonnière et al., 2016)

- ▶ Les projections de PM2.5 varient entre les modèles
- ▶ Faible impact du changement climatique régional sur les niveaux de PM2.5 sur l'Europe continentale
- ▶ Robustesse et incertitudes de ces projections ?

- Etude de l'incertitude des projections futures, à partir de l'ensemble de 3 CTMs (CHIMERE, EMEP et MATCH)

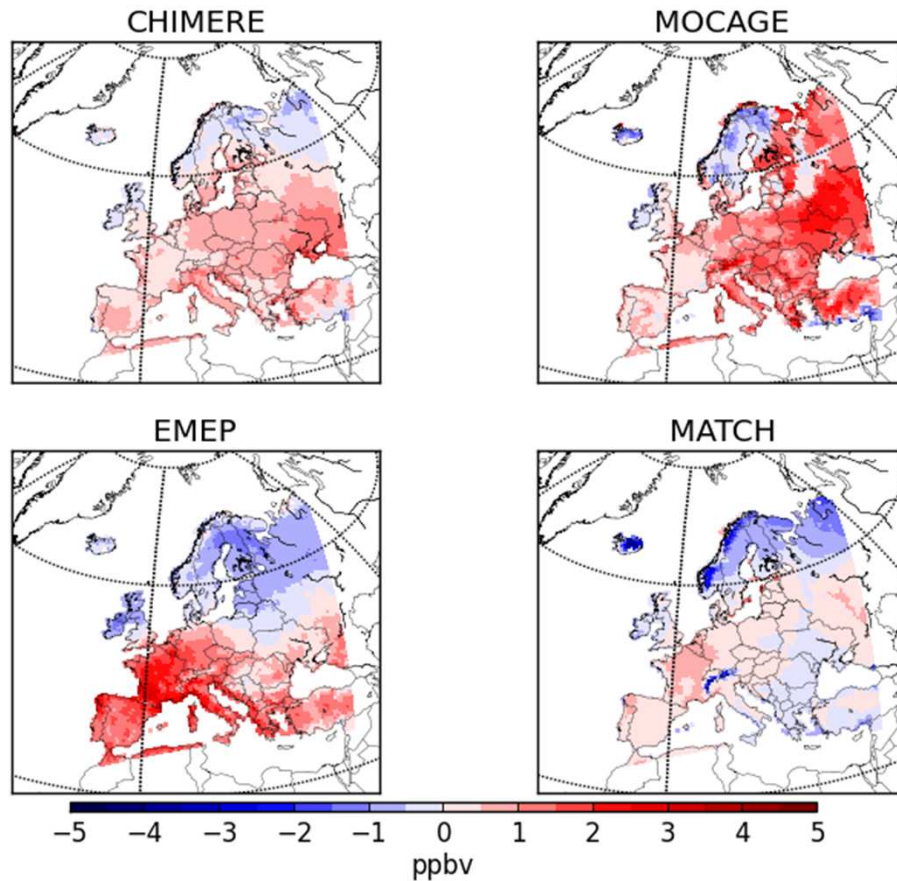


De Lacressonnière et al., 2016

- ▶ Les niveaux de PM2.5 sont faiblement affectés par le CC régional: moyenne de l'ensemble varie de $-0.5 \mu\text{g.m}^{-3}$ à $1.1 \mu\text{g.m}^{-3}$
- ▶ La diminution de PM2.5 simulée sur le sud ouest de la Russie; et l'augmentation sur le sud de l'Espagne sont des résultats robustes
- ▶ L'analyse des composés de PM montre que les changements de PM2.5 sont surtout liées aux émissions naturelles; soit poussières désertiques, sel marin et biogéniques, dépendants des paramètres météorologiques

JJA

Ozone [S1 - S2]



- L'augmentation des températures est un paramètre prédominant qui induit une augmentation des niveaux d'O₃ en été (jusqu'à 0.8 ppbv)

Différences de [O₃] entre S1 et S2 (Watson et al., in prep)

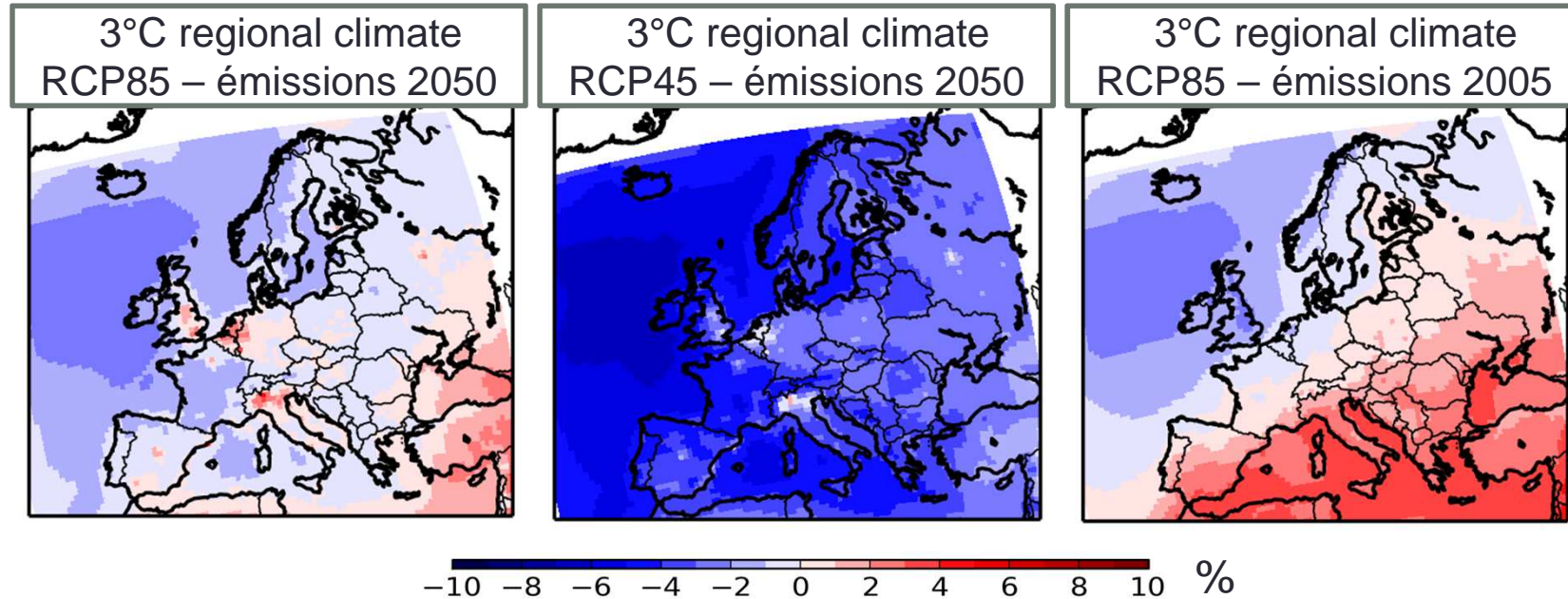
Conclusions

- Diminution des concentrations annuelles de PM2.5 dans les projections futures, est principalement liée à la réduction des émissions anthropiques
- En été, la diminution des niveaux d'O₃ est surtout liée aux scénarios de réduction des émissions anthropiques, alors que la “pénalité climatique” est faible
- Le scénario d'émissions MFR améliore significativement la qualité de l'air

**Dans les prochaines décennies, la pollution de l'air en Europe est principalement contrôlée par les réductions d'émissions
Un réchauffement global de 2°C ne devrait pas compromettre les effets bénéfiques des législations sur la qualité de l'air,**

Que se passe t-il si le climat se réchauffe de 3°C ?

Ozone JJA



Climat à 3°C implique augmentation d'O₃ sur l'Europe

lié aux conditions aux limites

et amplifié si les émissions anthropiques n'étaient pas réduites dans le futur

Un réchauffement de 3°C mettrait en cause cette politique de réduction des émissions au moins pour l'ozone.



Merci