

Modélisation de la qualité de l'air à l'échelle nationale

Bertrand BESSAGNET

bertrand.bessagnet@ineris.fr

Journée thématique FIMEA / IMT-Lille : Modélisation de la qualité de l'air

8 Juin 2017 - Paris



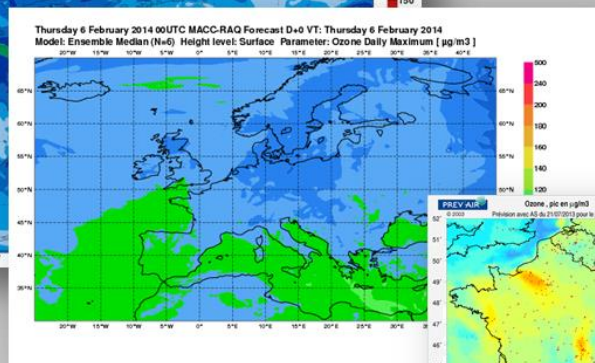
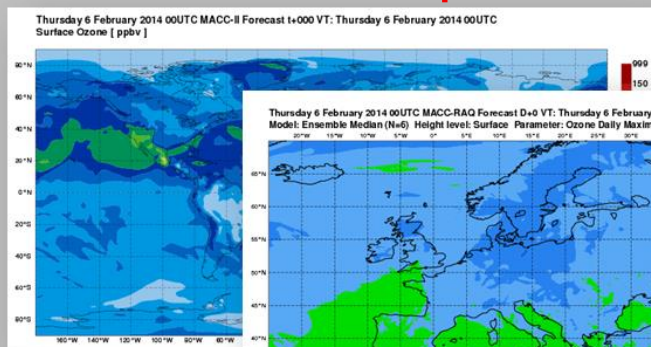
INERIS

controlling risks
for sustainable development

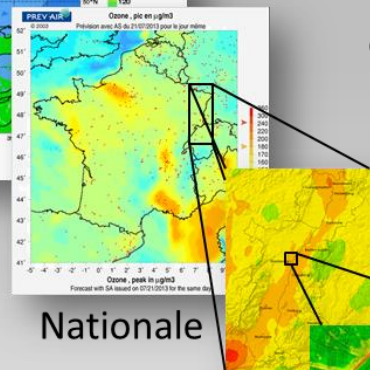
- Ministère de la transition Ecologique et Solidaire en charge de piloter la stratégie et d'organiser la transposition des directives
 - INERIS en soutien scientifique et technique
 - Laboratoires en appui recherche
- AASQA en charge de la surveillance et communication dans les territoires (mesure, modélisation, inventaires, ...)
- LCSQA : Trois partenaires (INERIS, EMD, LNE) en charge de la coordination, cohérence, optimisation des moyens de cette surveillance entre le niveau local et national
- Modèles en appui du dispositif de surveillance



Plusieurs modèles, plusieurs échelles, plusieurs problématiques 3



Europe



Nationale

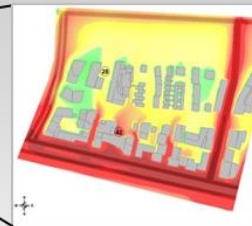
Régionale

Urbaine

CHIMERE
POLAIR
MOCAGE

CAMX-CMAQ-LOTOS EUROS-WRF Chem-
EMEP-MATCH, etc...

Quartier



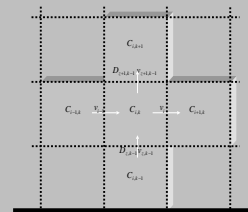
INERIS

controlling risks
for sustainable development

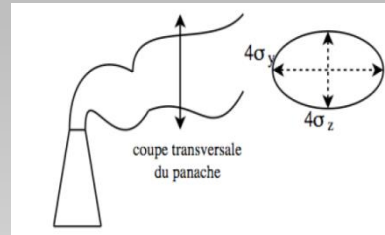
Les différents types de modèles

Il existe différents modèles permettant de simuler la qualité de l'air, à différentes échelles géographiques et présentant différents niveau de complexité

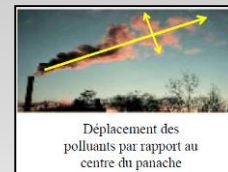
-Modèle de Chimie-Transport (modèle eulérien): discrétisation en 3D de l'atmosphère par mailles. Résolution des différents processus physico-chimique sur chaque maille.



-Modèle urbain : description mathématique simplifiée des équation de dispersion d'une substance dans l'air (ex: gaussienne). Description précises des routes et intégration éventuelle de paramétrisation des phénomènes de dispersion dans les rues canyon.

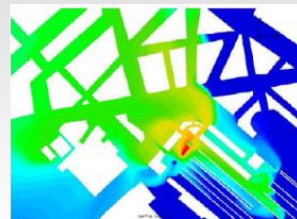


- Modèle lagrangien (modèle de trajectoire) : résolution d'un système d'équations dans un repère lié au déplacement d'une colonne d'air.



- Modèle de CFD à l'échelle de la rue ou du quartier (simulation 3D du champ de vent avec représentation des écoulements autour des bâtiments)

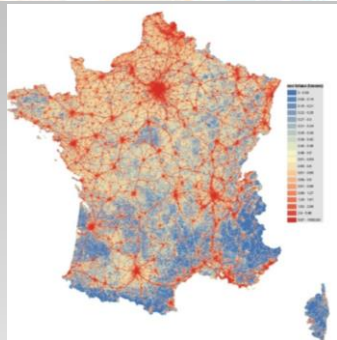
MISKAM



INERIS

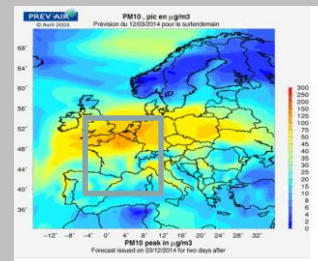
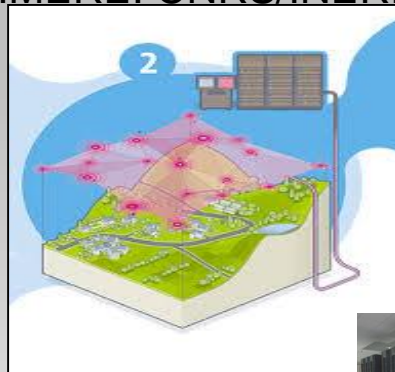
controlling risks
for sustainable development

Emissions (sur
chaque maille)

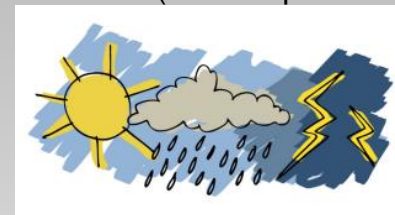
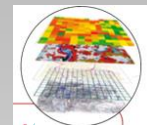


Conditions aux limites
du domaine

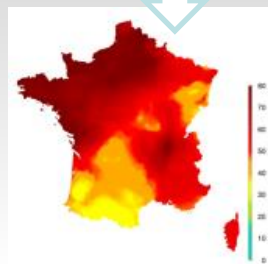
Modèle de Chimie-Transport
(CHIMERE: CNRS/INERIS)



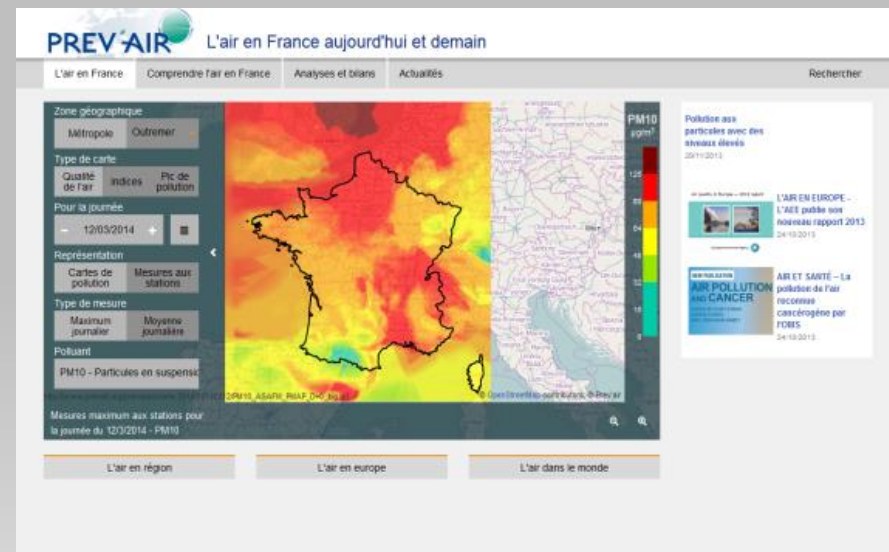
Météorologie
(sur chaque maille)



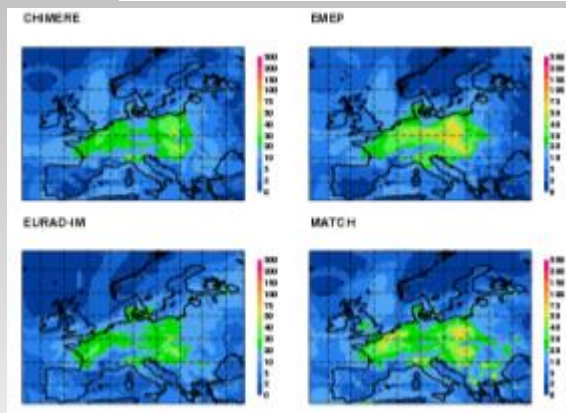
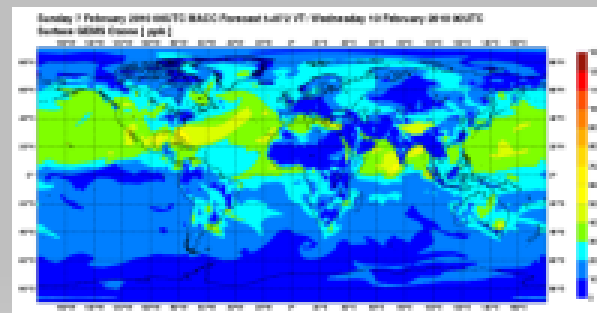
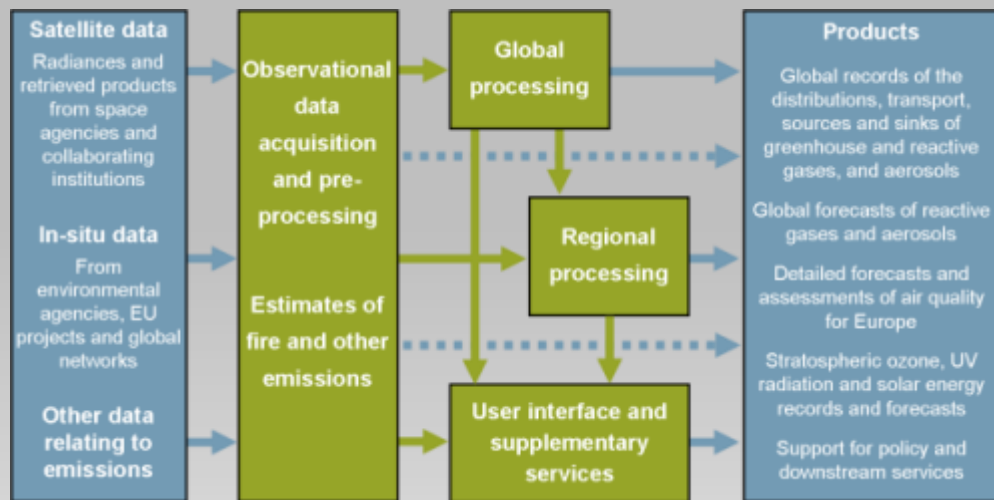
Polluants dans l'air ambiant
(sur chaque maille)



- Un système opérationnel de prévision de la qualité de l'air
- Prévisions disponibles dès 8:00 du matin :
 - Jusqu'à J+3
 - Polluants: O3, NO2, Aerosols (PM10, PM2.5 and DUST)
- Produits
 - Avertissement du public
 - Production de fichiers numériques pour les AASQA
 - Appui aux autorités publiques en cas d'épisodes



Participation de PREv'AIR aux services CAMS



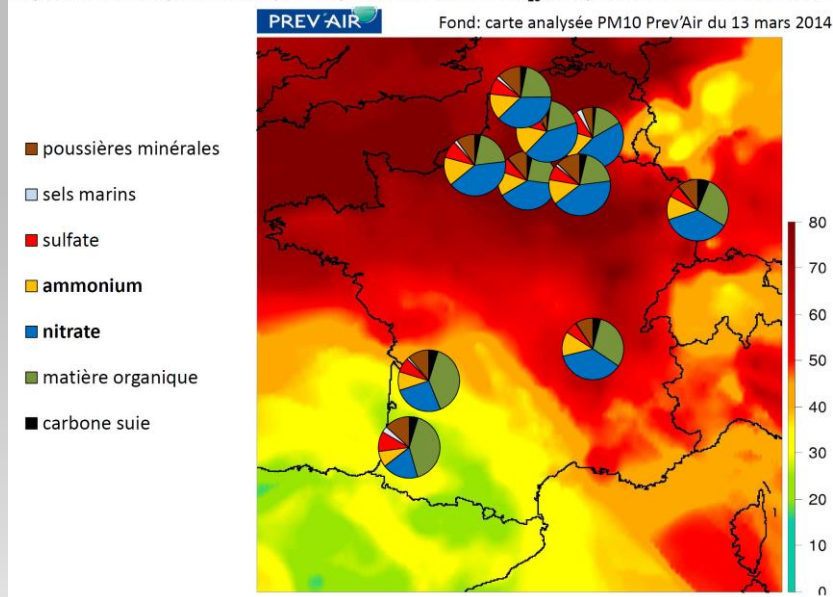


Analyse d'épisodes

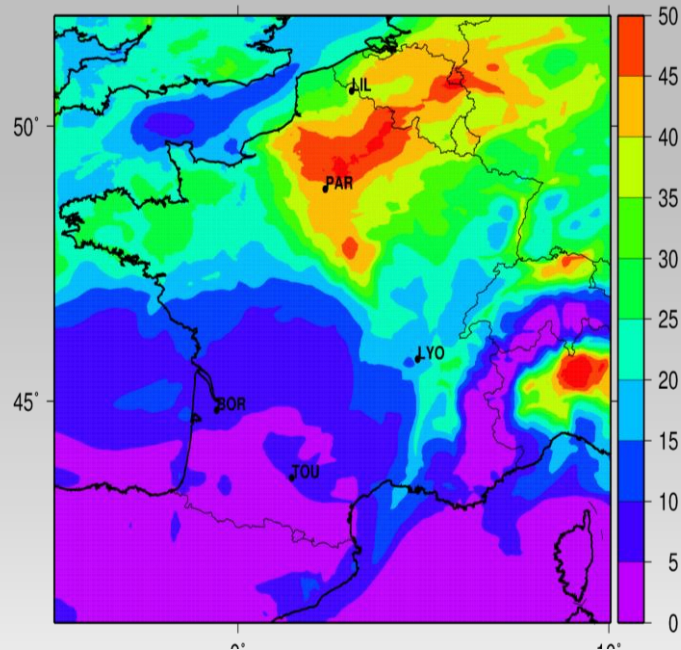
Episode printanier : 9-15 mars 2014

Complémentarité mesures (programme CARA)/ modèle

Répartition des espèces chimiques majeures au sein des PM_{10} , moyenne du 11 au 15 mars 2014



Estimation des concentrations de
nitrate d'ammonium

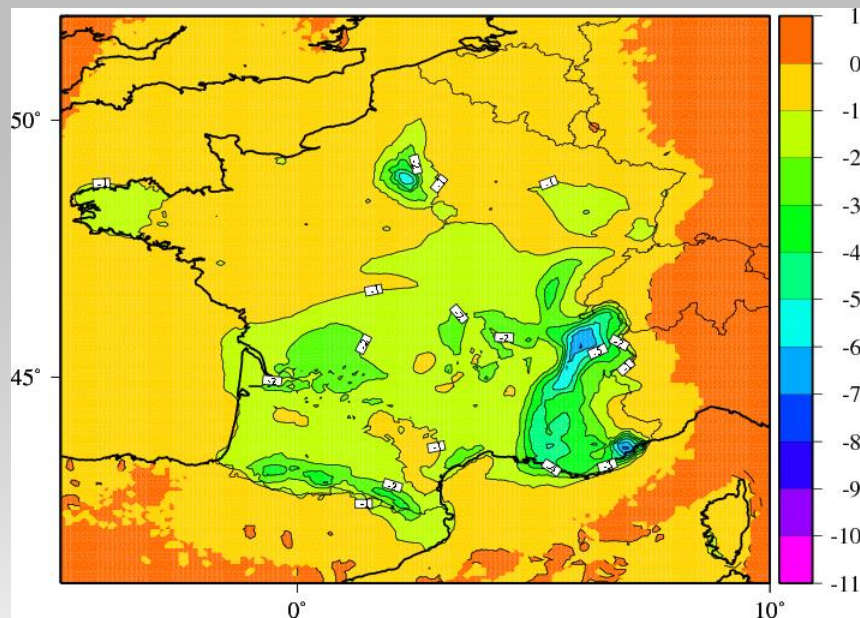


INERIS

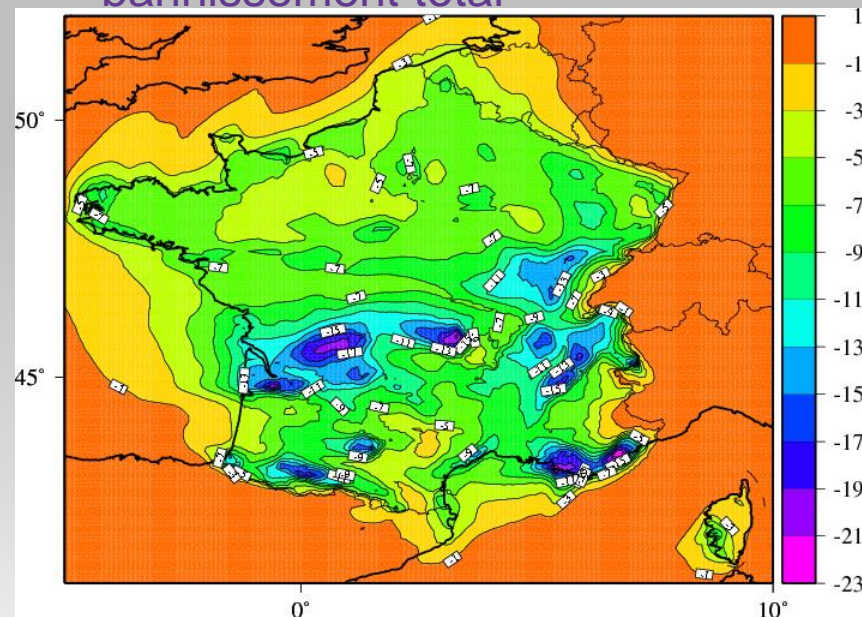
controlling risks
for sustainable development

(Baisse des concentrations en PM10 $\mu\text{g m}^{-3}$)

Scénario trafic: circulation alternée



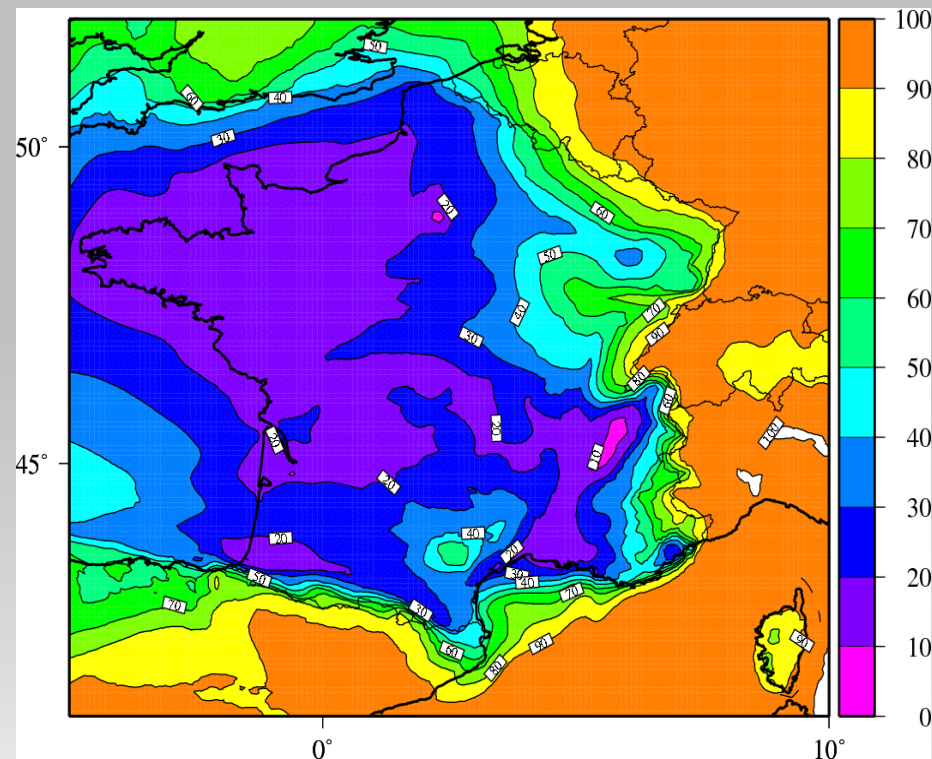
Scénario chauffage au bois :
bannissement total



Evaluation de la part transfrontière

11

- Suppression des émissions “France”
- Impact important près des frontières par flux d’Est, plus faible dans les zones centrales



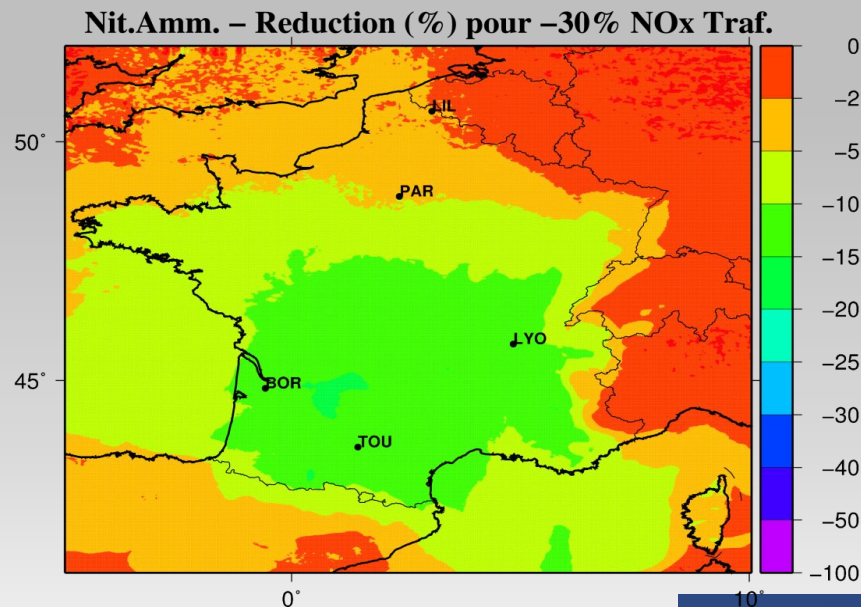
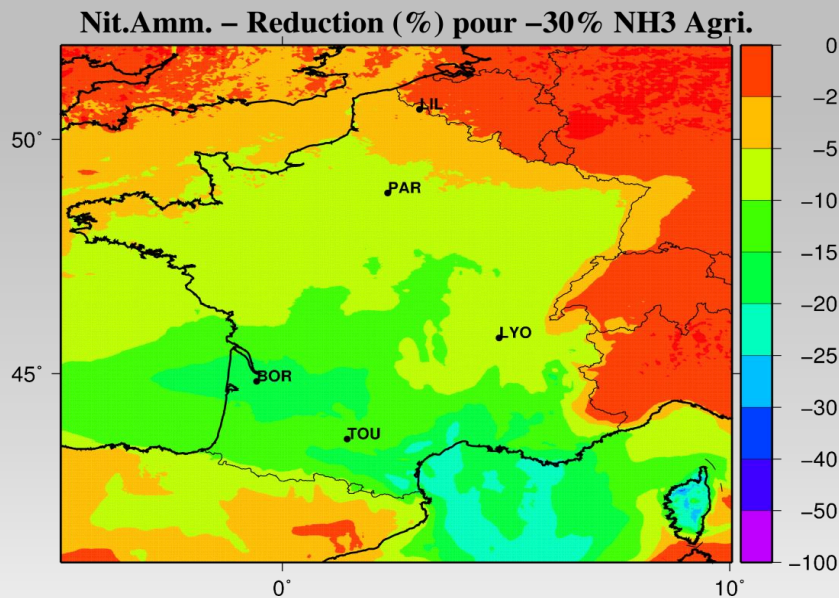
INERIS

controlling risks
for sustainable development

Scénarios académiques : -30% sur les émissions NH3 *versus* -30% émissions NOx trafic - Impact sur le nitrate d'ammonium

12

Episode de mars 2014



INERIS

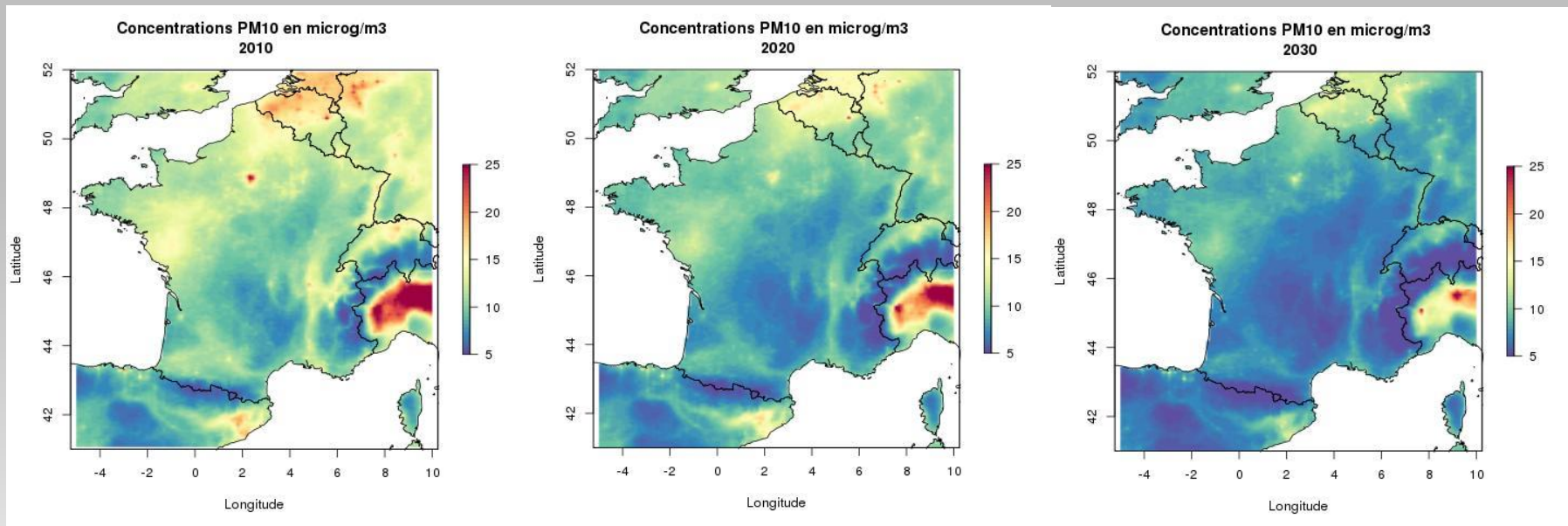
controlling risks
for sustainable development

➤ PREPA (implication CITEPA, AJBD, INERIS)

- Objectifs 2020 respectés pour 2020
- Objectifs respectés pour 2030 sauf 2 polluants

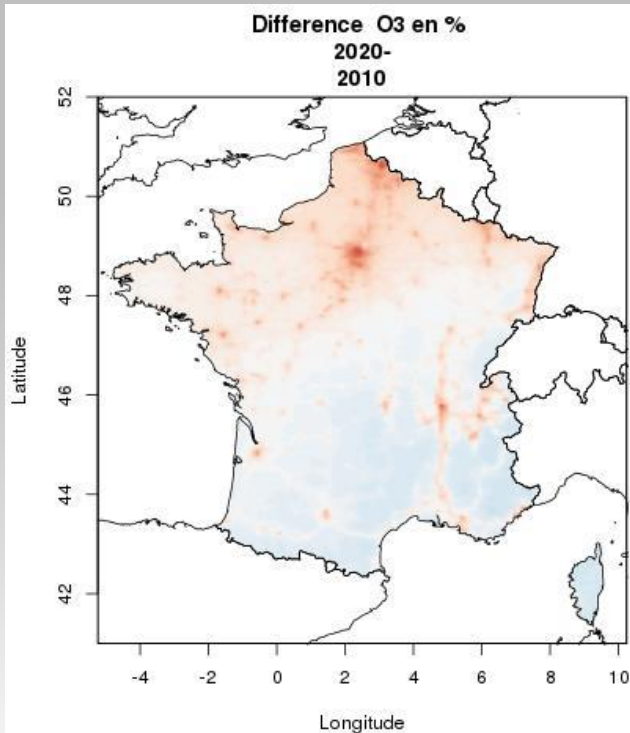
Pollutant	2020 relative to 2005			2030 relative to 2005		
	NEC Objective	Baseline	PREPA Scenario	NEC Objective	Baseline	PREPA Scenario
SO ₂	-55%	-64%	-66%	-77%	-68%	-69%
NO _x	-50%	-56%	-57%	-69%	-69%	-72%
NM VOC	-43%	-48%	-49%	-52%	-49%	-51%
NH ₃	-4%	3%	-4%	-13%	4%	-13%
PM _{2,5}	-27%	-49%	-52%	-57%	-56%	-62%
PM ₁₀	none	-37%	-40%	none	-41%	-46%

➤ Mesures évaluées une à une en terme d'impact sur la QA et en cout/bénéfices + mesures additionnelles testées

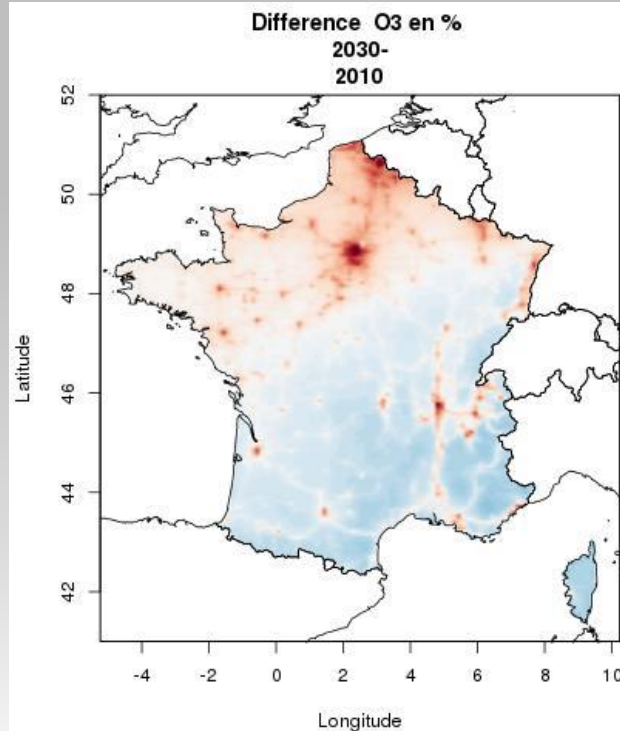


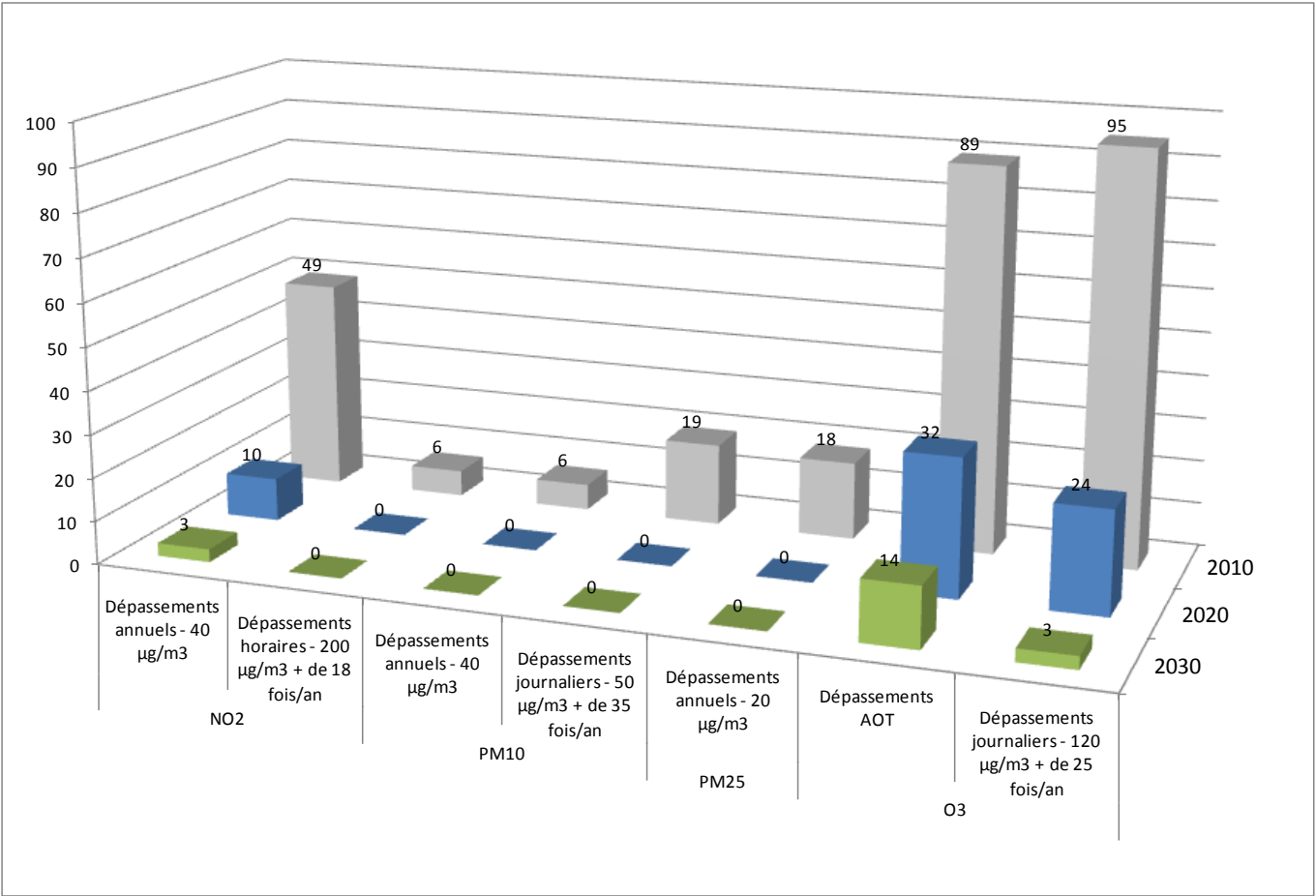
PREPA – Concentration en O₃ moyenne

Différence O₃ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2020 - 2010



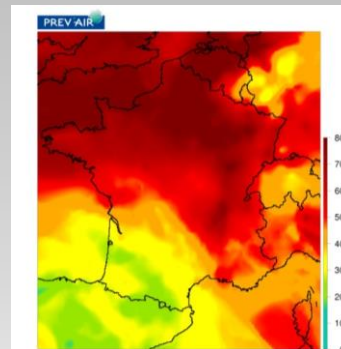
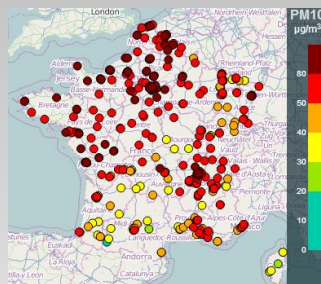
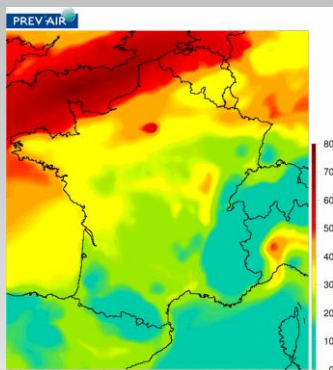
Différence O₃ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2030 - 2010



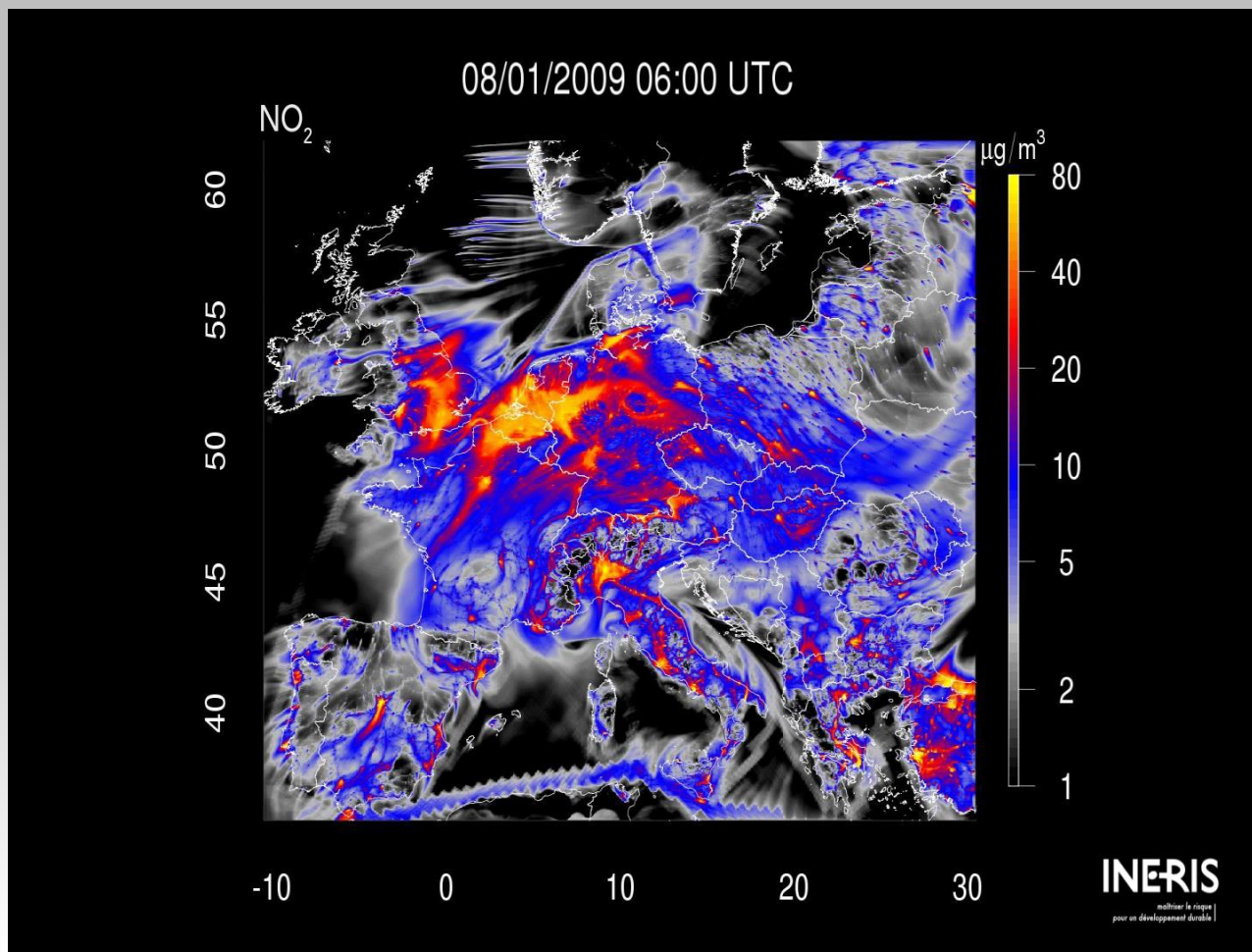


CARTES ANALYSEES: amélioration des cartographies de polluants en combinant données d'observation et concentrations simulées (simulation brute) par des techniques de géostatistiques.

But = avoir la meilleure représentation possible des concentrations sur le territoire.



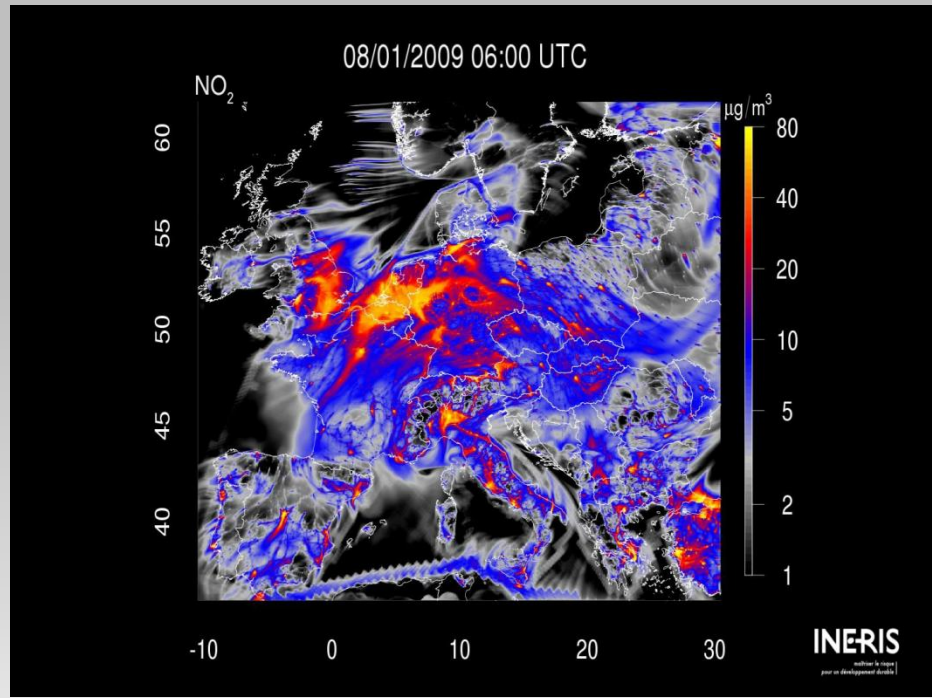
Krigeage des concentrations aux stations
avec CHIMERE en dérive externe



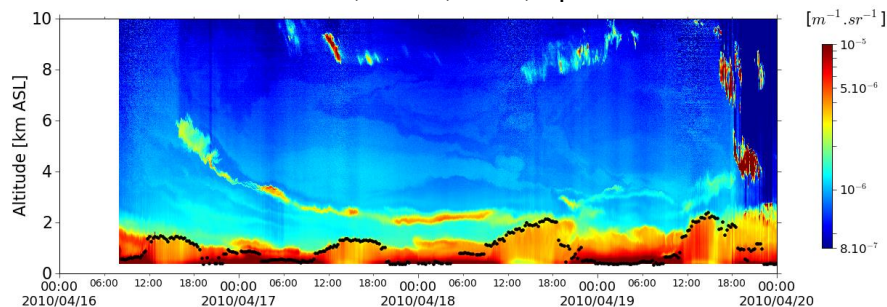
Impact de la résolution horizontale

- Exemple de simulations haute résolution intégrant :
 - Correction de la météo urbaine
 - Un inventaire haute résolution
- Impact de la résolution sur les scores

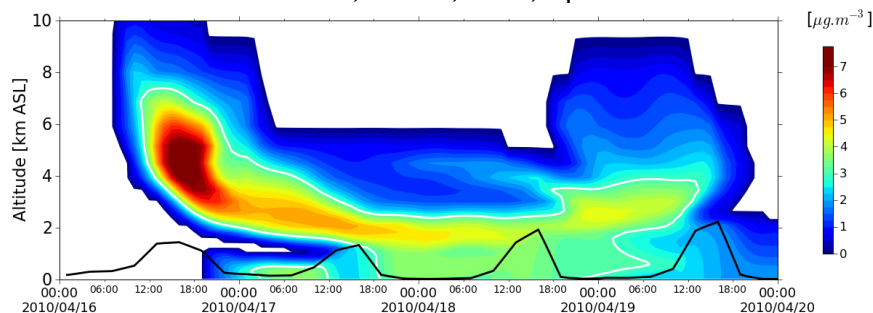
		50 km		8 km		2km	
		RMSE	Cor.	RMSE	Cor.	RMSE	Cor.
NO ₂	Urb.	29.9	0.70	21.5	0.65	18.9	0.62
	Sub.	17.0	0.60	12.3	0.58	11.8	0.56
	Rur.	7.8	0.54	6.7	0.64	6.7	0.68
PM ₁₀	Urb.	34.1	0.57	31.3	0.46	30.4	0.43
	Sub.	17.5	0.49	15.4	0.51	14.5	0.53
	Rur.	7.0	0.51	6.3	0.63	6.0	0.63



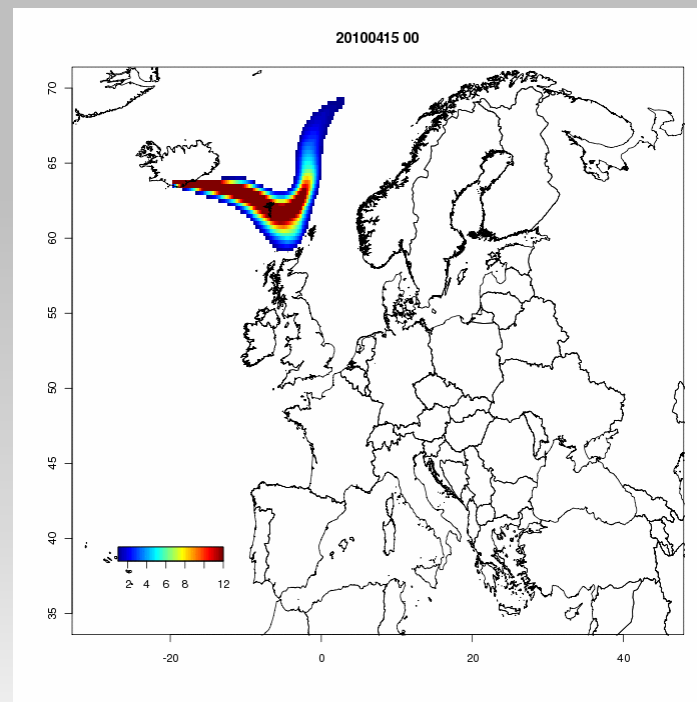
Observation LIDAR, SIRTa, Paris, April 2010



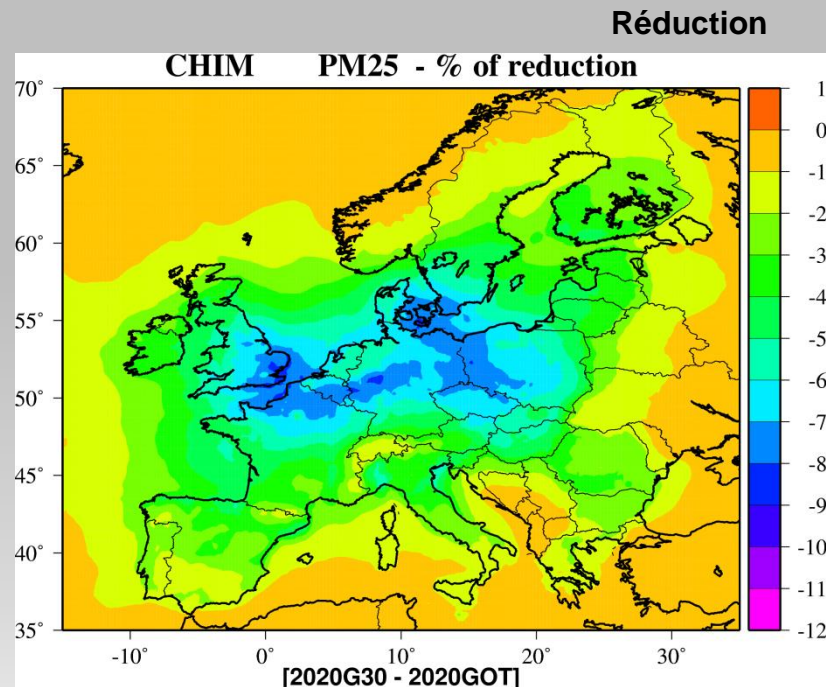
PREV'AIR Forecast, SIRTa, Paris, April 2010



Eyjafjallajökull eruption , Iceland, april 2010

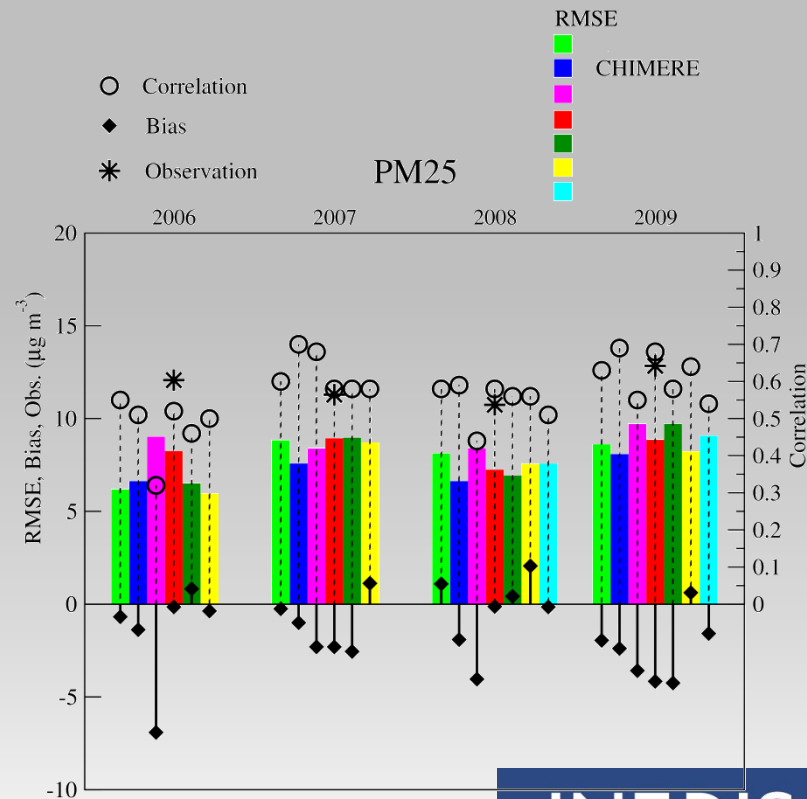


- Exercice de simulation avec 3 modèles Européens (LOTOS, CHIMERE, EMEP)
- Impact de réductions d'émissions de NH_3 en Europe plus importante (-30% par rapport à Göteborg)
- Malgré un NH_3 en excès, on observe une baisse des concentrations annuelle de PM
- Les modèles sous-estiment les pics de concentrations et donc les dépassements
- Baisse du nombre de stations en dépassements PM_{10} (estimé à 20%)
- Plus on réduit NH_3 , plus il y a efficacité de réduction



Bessagnet et al. (2014)

- Campagnes d'un mois en 2006 (été), 2007 (hiver), 2008 (automne), 2009 (fin d'hiver)
- Mêmes domaines, météo, émissions, conditions limites, résolution (0.25°)
- Données horaires et journalières observées sur les composés organiques et inorganiques
- Comparaisons sur stations « background »
- CHIMERE en moyenne le plus performant sur la RMSE
- Biais négatif pour l'ensemble des modèles
- Réponses très différentes des modèles



Bessagnet et al. (2016)

