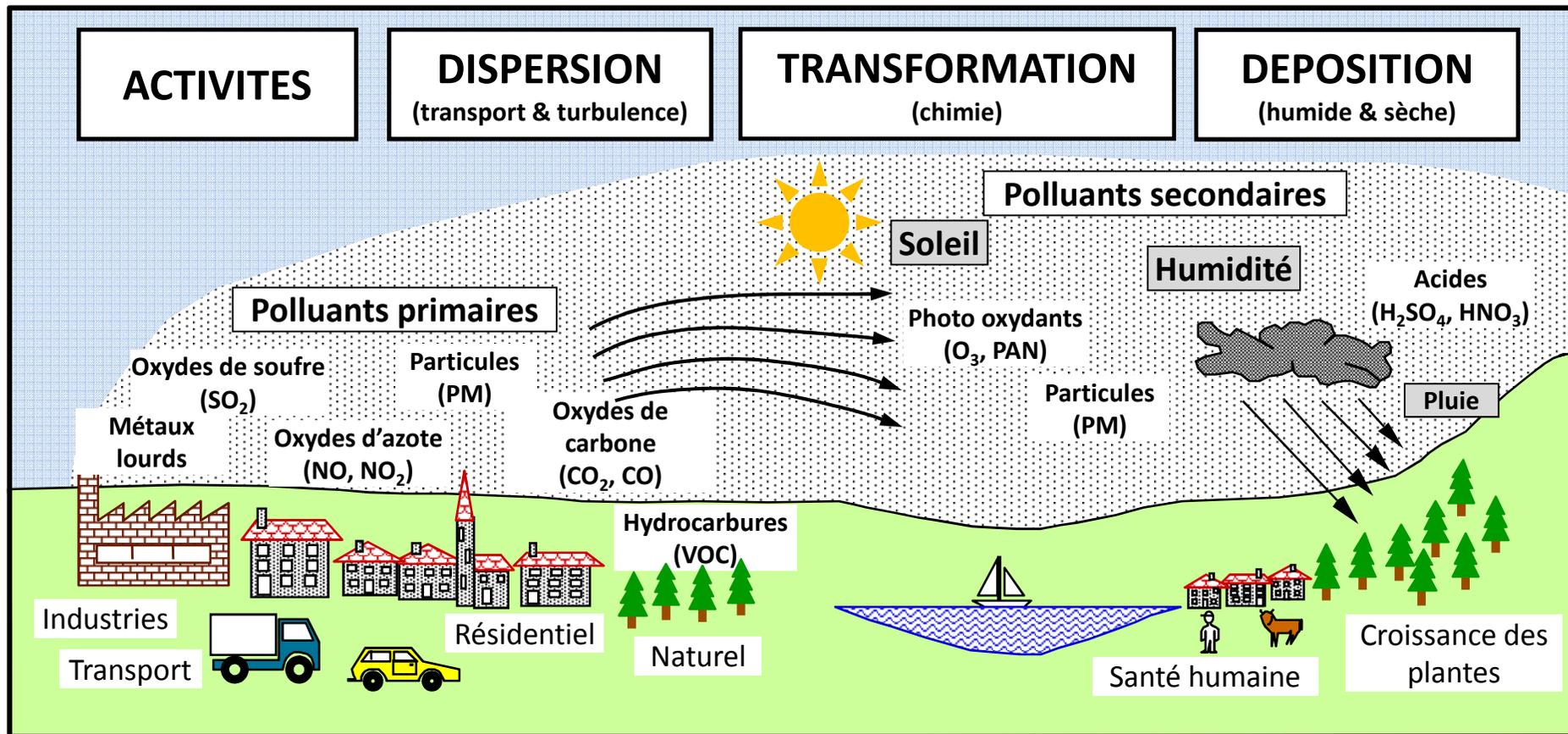


# Optimiser le coût et l'efficacité des stratégies de réduction de la pollution de l'air

Nadège Blond (CNRS)

L. Markl-Hummel (CNRS), A. Clappier (UDS), V. Dujardin (UDS/CNRS), G. Perron (ASPA), E. Pisoni (JRC), C. Carnevale, M. Volta (U. Brescia), G. Guariso, R. Gianfreda, G. Maffei (TERRARIA)

# De l'émission aux impacts



# Equipe Energie Pollution de l'Air et Climat

4 permanents (Pr UNISTRA, CR CNRS, 50% MC UNISTRA, 50% DR CNRS)

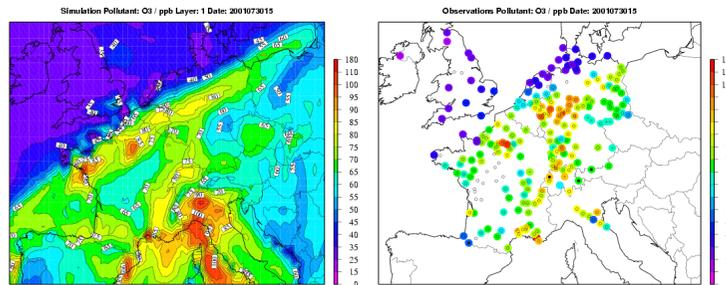
1 post-doc

3 doctorants

1 ingénieur

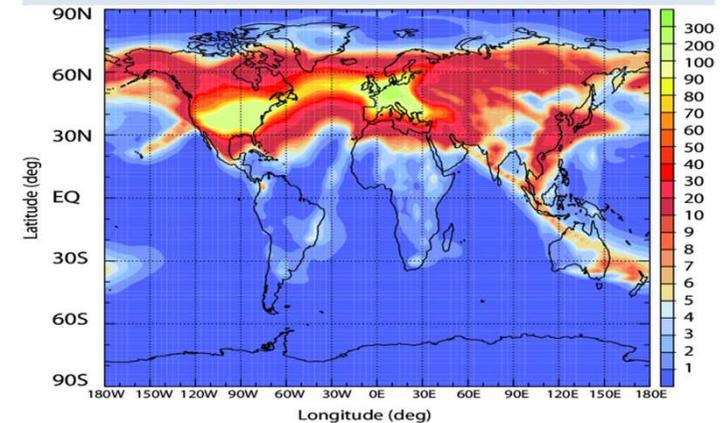
## MODELE REGIONAL

Optimisation des stratégies de réduction de la pollution de l'air



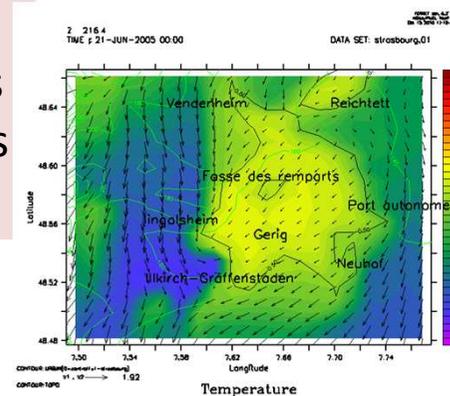
## MODELE GLOBAL

Impact des avions sur la chimie de l'atmosphère



## MODELES URBAIN

Météorologie urbaine, Climat urbain, Dépenses énergétiques des bâtiments, Emissions issues du trafic

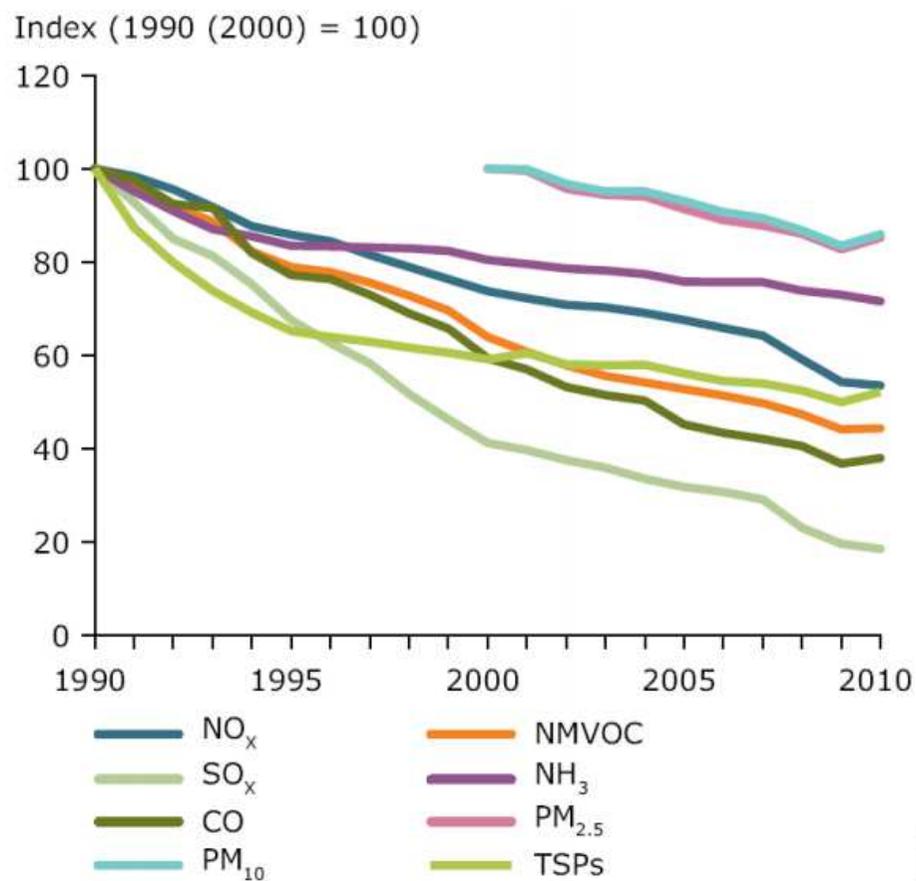


## MODELE BOITE/BATIMENT

Qualité de l'air intérieur

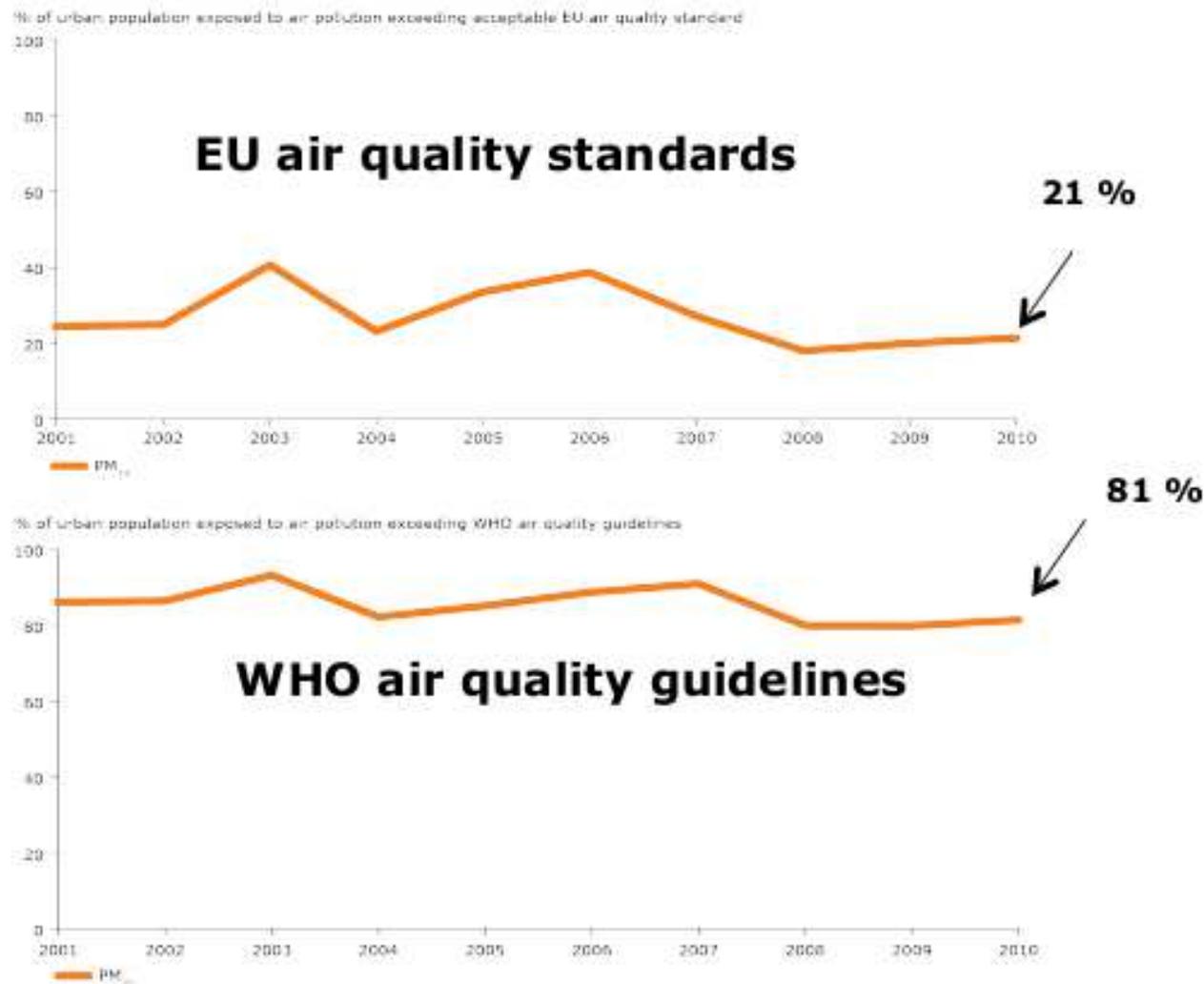


# Evolution des émissions de polluants en Europe



Courtesy of De Wilt, EC DG Environment, OPERA final conference, Bologna,  
16/09/2013

## Pourcentage de population urbaine en Europe exposée à des concentrations de PM10 dépassant les valeurs standards

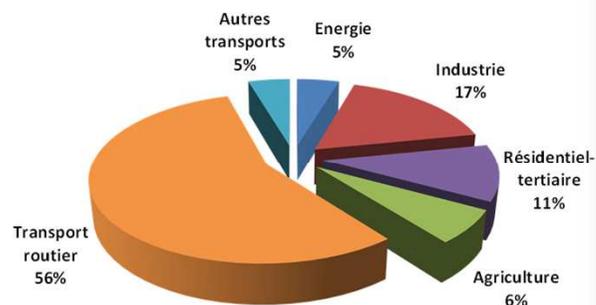


Courtesy of De Wilt, EC DG Environment, OPERA final conference, Bologna, 16/09/2013

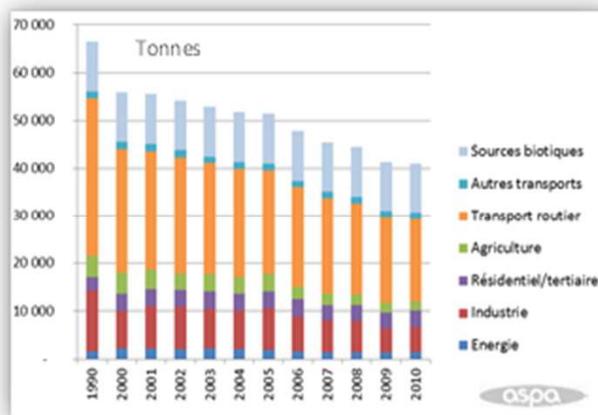
# Situation en Alsace

## Répartition des émissions par secteur

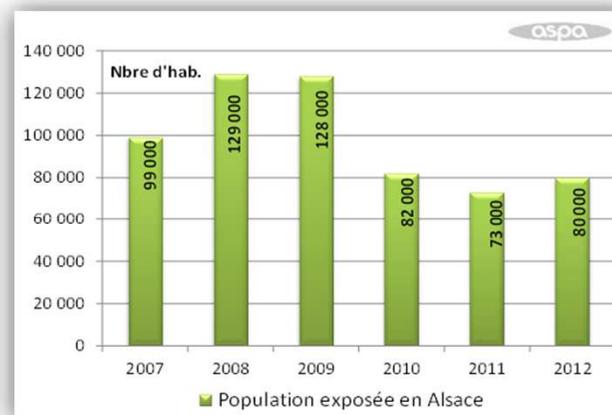
### NOx



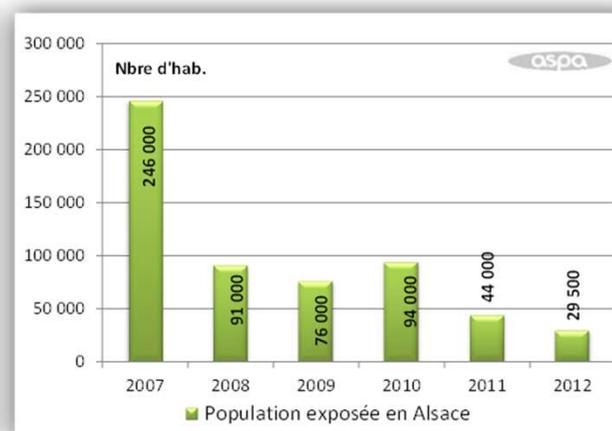
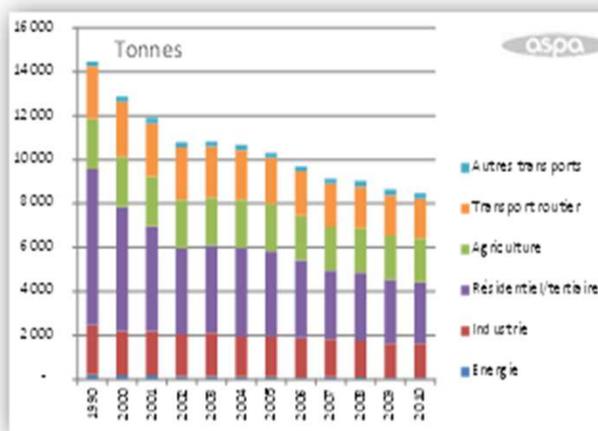
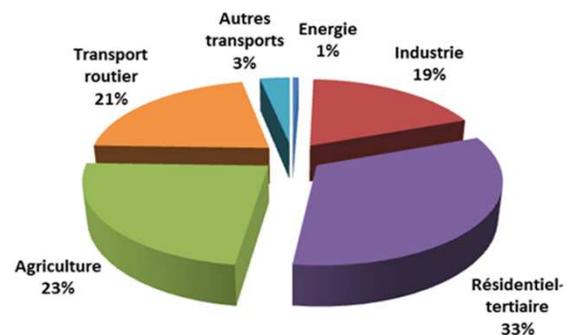
## Evolution des émissions par secteur



## Population exposée à des concentrations dépassant les valeurs limites



### PM10

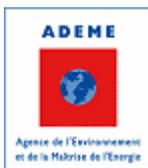


420.000 premature deaths  
from air pollution in the EU  
in 2010



*Commissaire européen en charge de l'environnement*

EEB Conference "Clean Air Everywhere: Blowing  
the winds of change into European air policy"  
Brussels, 8 January 2013



« 1 année de vie perdue en moyenne pour  
chaque européen à cause de la pollution de  
l'air »



Réduire la pollution de l'air est possible : il existe des milliers de mesures possibles ...

Quel impact? Quel cout?

Le **coût sanitaire** de la pollution de l'air s'élèverait :

- à 232,7 Mds€/an à l'échelle de l'Europe, soit un coût moyen de **513 €/an par européen**
- entre 20 et 30 Mds€/an en France





LIFE09 ENV/IT/000092 (2010-2013)

### Objectifs :

- Développer une méthodologie permettant d'optimiser le coût et l'efficacité des stratégies de réduction de la pollution de l'air : le modèle RIAT+
- Tester RIAT+ sur la Région Alsace

## Partners



Coordination : Arpa Emilia-Romagna (IT)



University of Brescia (IT)



CNRS, Université de Strasbourg (FR)



TerrAria srl (IT)



# Des stratégies à définir pour réduire la PA

Choix de mesures basées sur des **technologies** utilisables par secteur d'activités ...

TRANSPORT

Stage 5 contrôle pour les engins mobiles de la construction

Stage 5 contrôle pour les sources mobiles des voies ferrées

EURO 4 sur camionnettes etc. en ville

EURO 6 pour les véhicules utilitaires (diesel)

Stage 3 A contrôle pour sources mobiles sur le Rhin

...

INDUSTRIE

Arrosage des chantiers avec de l'eau

Dépoussiéreur à haute efficacité dans la production d'engrais

Dépoussiéreur à haute efficacité dans la production d'autres métaux non-ferreux (usinage, brassage,...)

Modification de la combustion des chaufferies industrielles

...

AGRICULTURE

Stage 5 contrôle pour les engins de l'agriculture et de la sylviculture

...

... associées à des facteurs d'émission (g/km ou g/J),

... des coût unitaires de mise en place (€)

... **des taux d'application possibles (%)**

mais souvent aussi un budget limité pour réduire la pollution de l'air

et pourtant des **objectifs à atteindre pour respecter les directives européennes et nationales** (exprimés en terme de concentrations limites)

# Méthodologie RIAT+

EMISSIONS

CONCENTRATIONS DE POLLUANTS

**Emission**  
[ktonnes/an]

Facteur d'émission  
[ktonnes/PetaJoules/an]

Un indice de  
pollution de l'air  
[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

$$E_{p,s} = \sum \alpha_t \cdot e_{p,t} \cdot A_s$$

$$\text{API}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_t)$$

**Coût**  
[M€/an]

Activité  
[PetaJoules/an]

$$C_s = \sum \alpha_t \cdot c_t \cdot A_s$$

Coût unitaire  
[M€/PetaJoules/an]

## Problème d'optimisation

Trouver les taux d'applications  $\alpha_i$

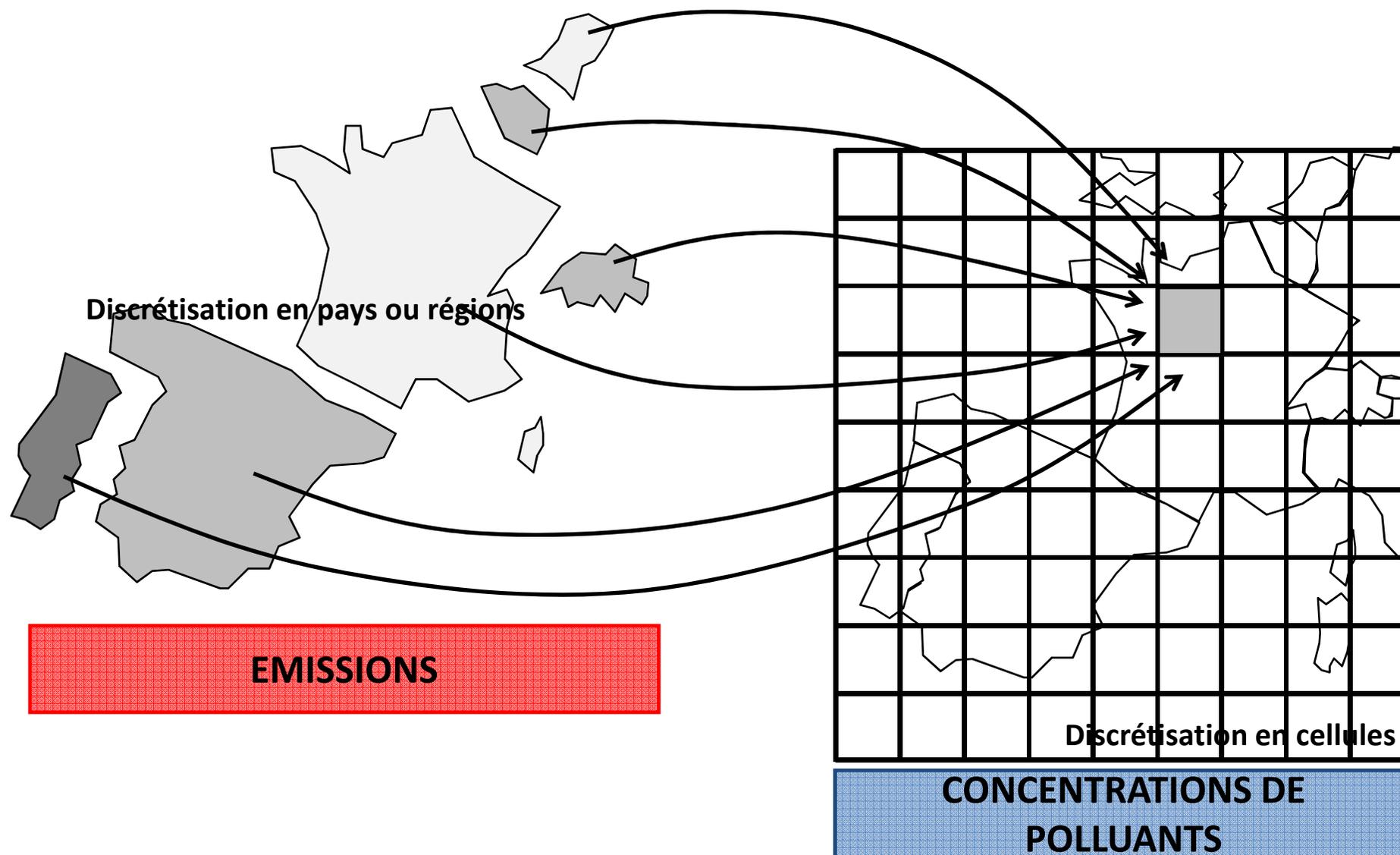
$$\min \left[ \text{API}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_t) \quad C(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_t) \right]$$



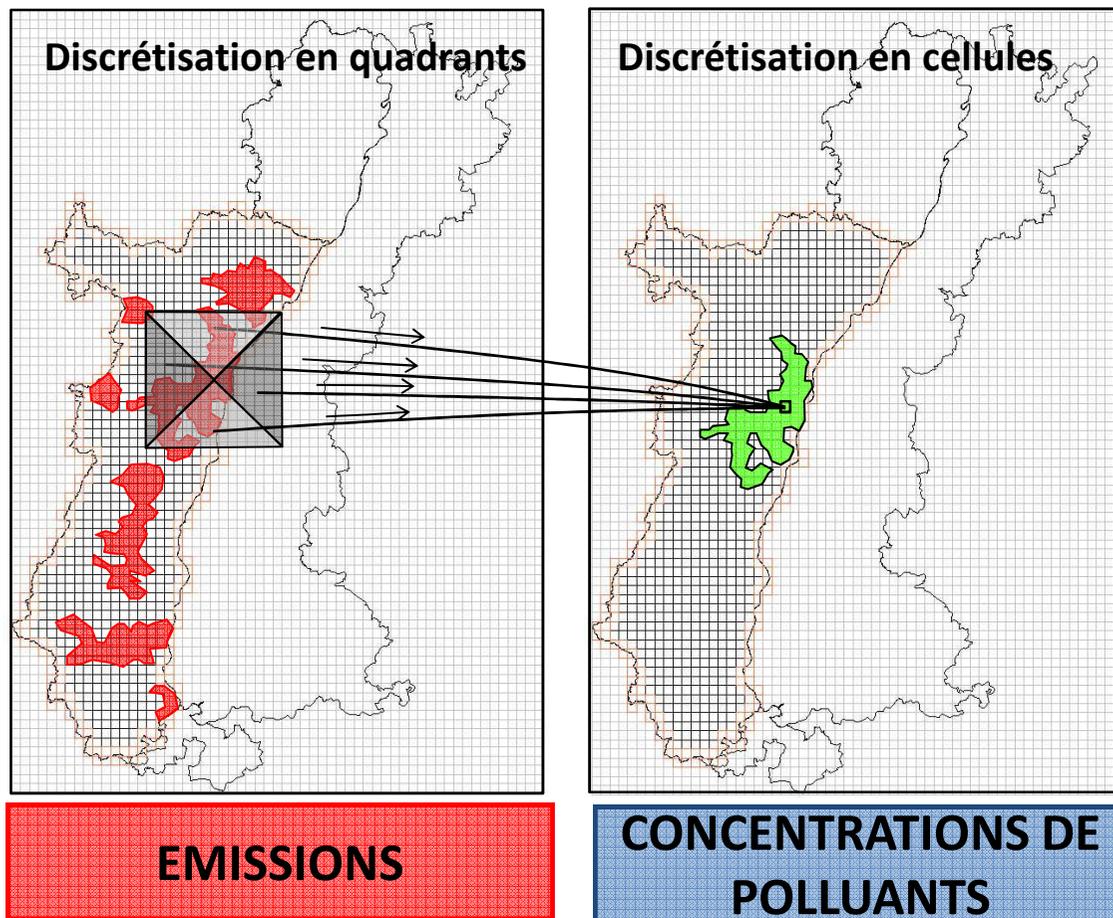
Besoin de déterminer des **fonctions** dites **source-recepteur** permettant de calculer **rapidement l'indice de la pollution de l'air** à partir des émissions.

p=polluant  
s=sources  
t=technologie

# Méthodologie GAINS



# Méthodologie RIAT+

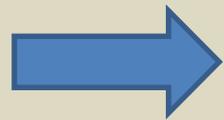


# Scénarios basés sur la modélisation déterministe de la pollution de l'air à l'échelle de la région Alsace



SCENARIOS D'EMISSIONS

Modèle météorologique

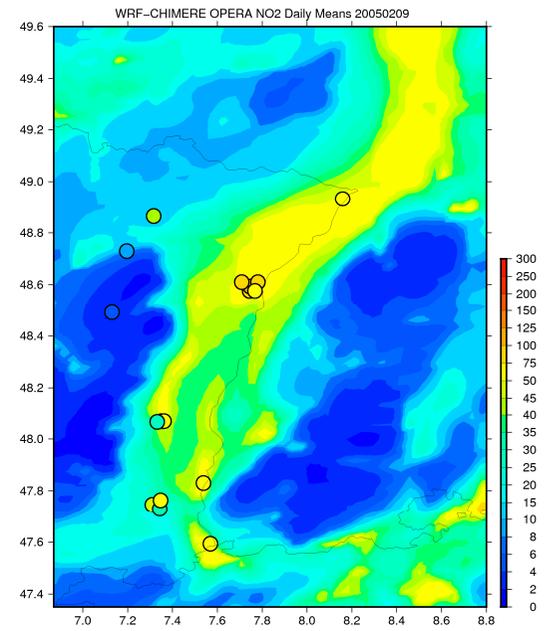
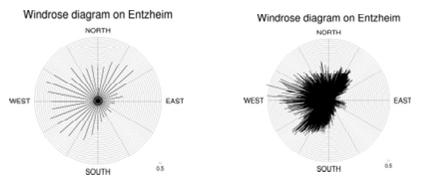
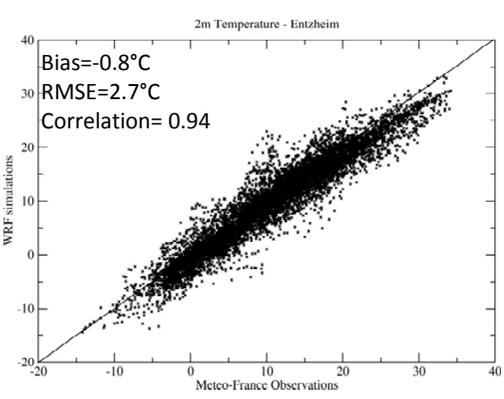
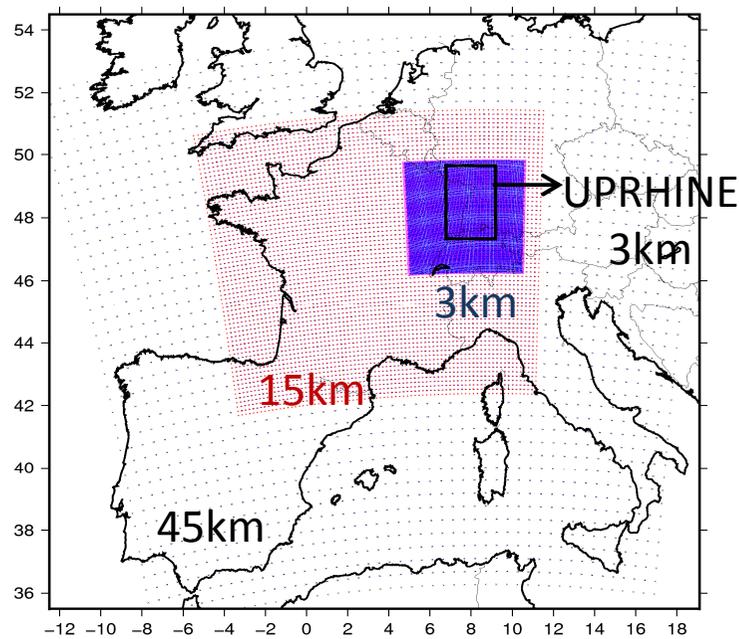


Modèle de chimie-transport

*Chimere*



Domains WRF and CHIMERE – OPERA Project



## Computation and storage of the simulations

Computation done on LIVE(CNRS/UDS) servers setup to HPC – Université de Strasbourg ([blond@hpc-f01.u-strasbg.fr](mailto:blond@hpc-f01.u-strasbg.fr)) :

### **Computation**

Asus RS700D-E6 server barebone

6 \* Intel Xeon Westmere X5650 2.66Ghz Six Core

18 \* BG DDRIII1333 ECC

4 \* Intel Xeon 12 Core

Total Geo2010 : 84 Cores

#### Time computation :

- *WRF45km/15km/3km (36 cores) :  
2hours/5days -> 1an en 6 jours*
- *Per scenario on UPHINE domain (12 cores) :  
20-30min/5days, i.e 1,5 days/year.*
- *Possible to run 4 scenarios at the same time :  
22 scenarios/9 days.*

### **Storage**

5 \* DD IBM 3TB SAS 7200 RPM 6GB NL 3.5IN 3.5

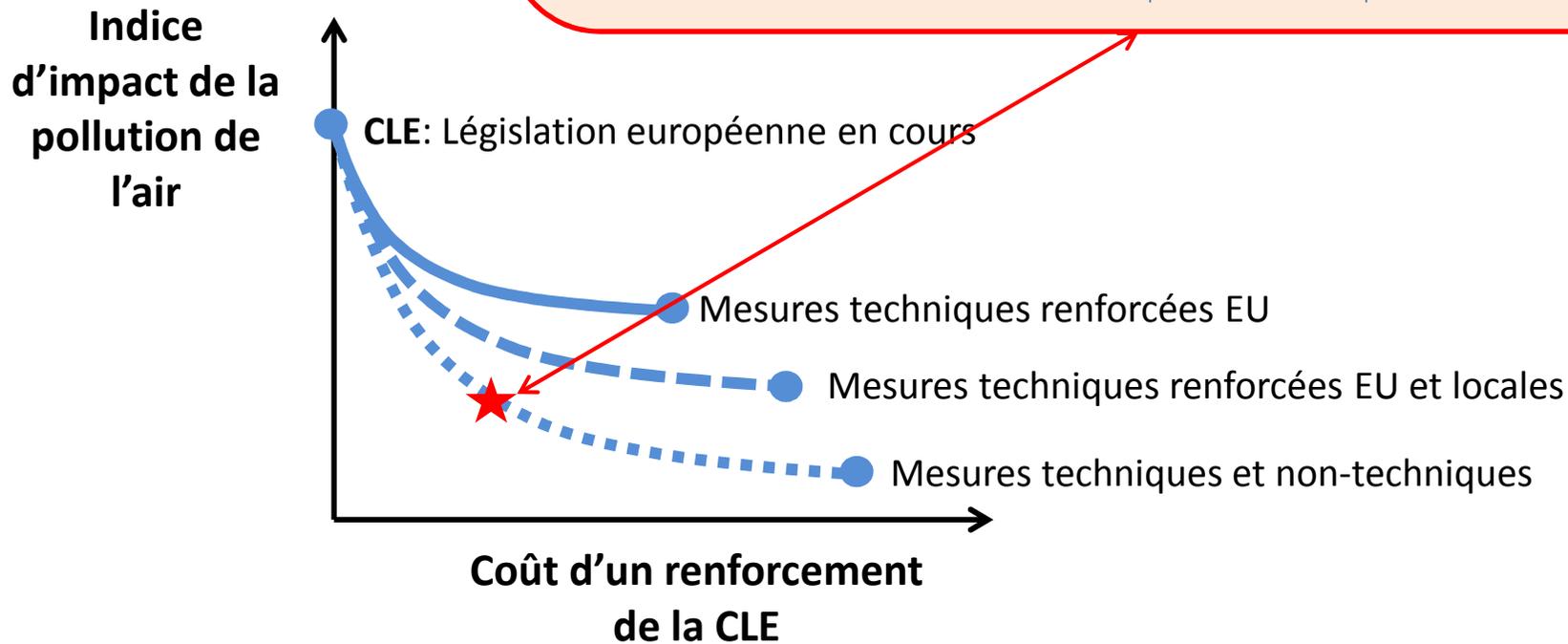
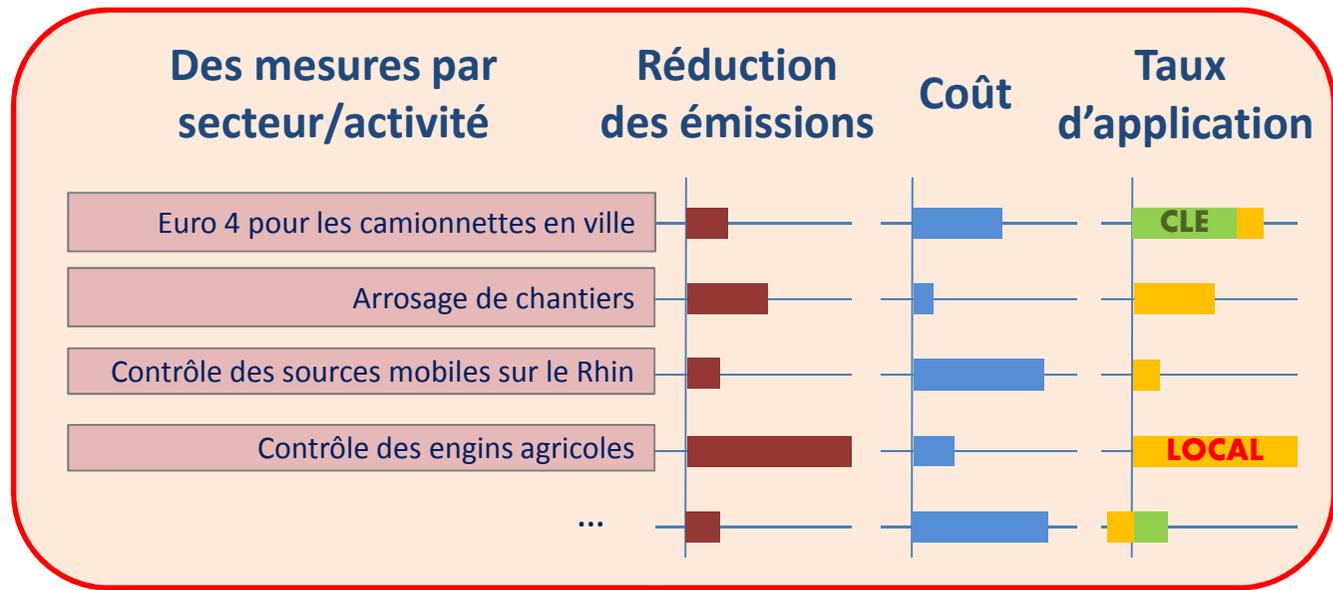
Total : 11To space disk

Data saved on a QNAP server at LIVE (CNRS/UDS)

5 \* 2To SATA

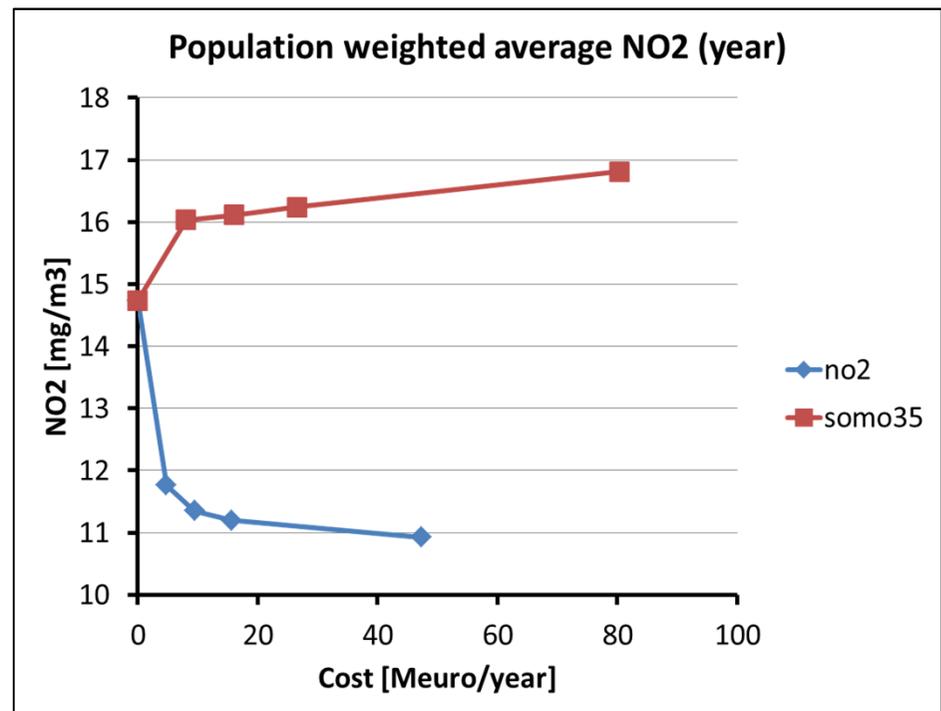
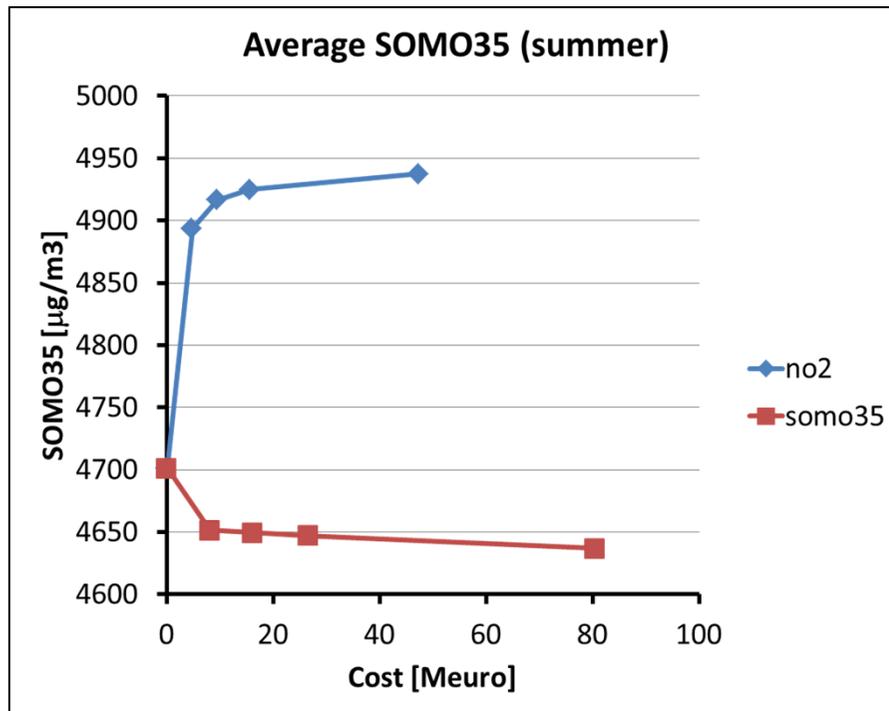
Total : 8To

# Optimisation RIAT+

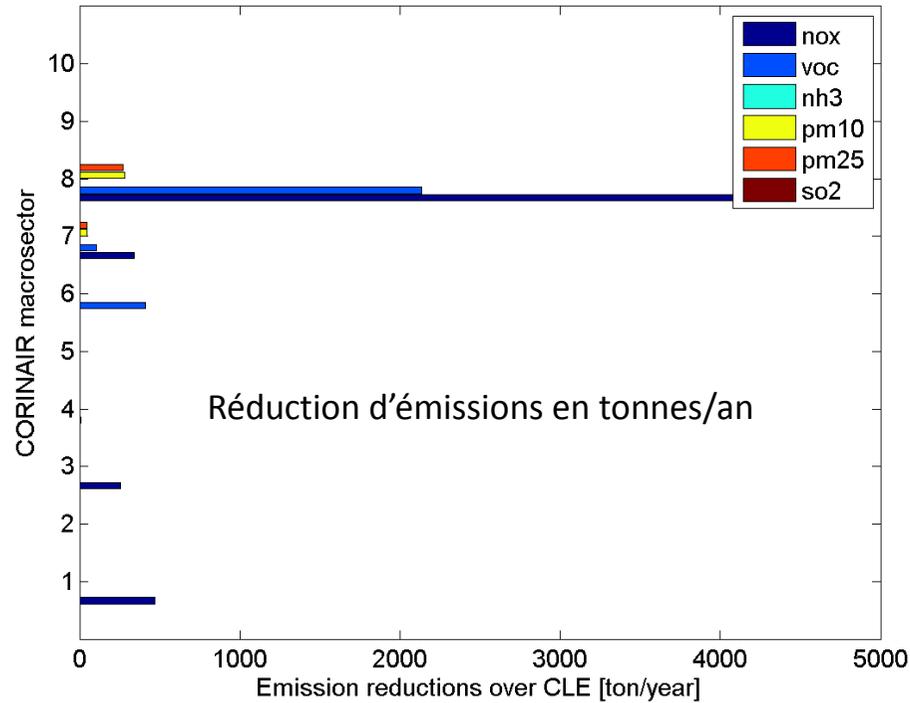


# Gérer plusieurs objectifs

## O<sub>3</sub> & NO<sub>2</sub> sur l'Alsace

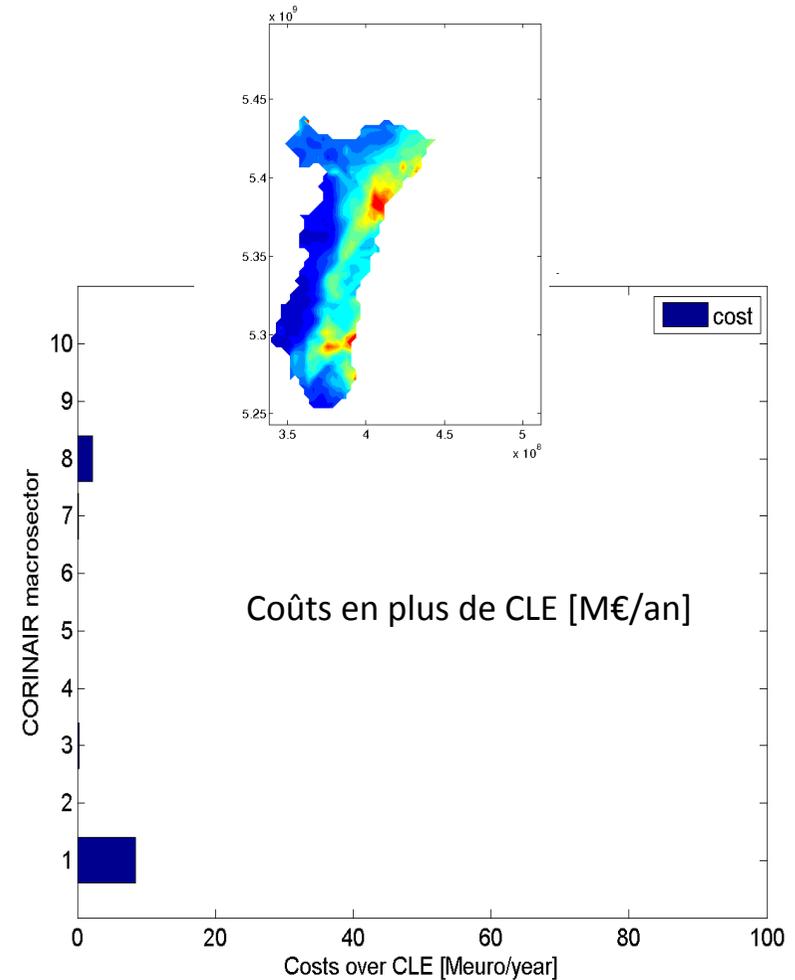


# Résultats sur l'Alsace

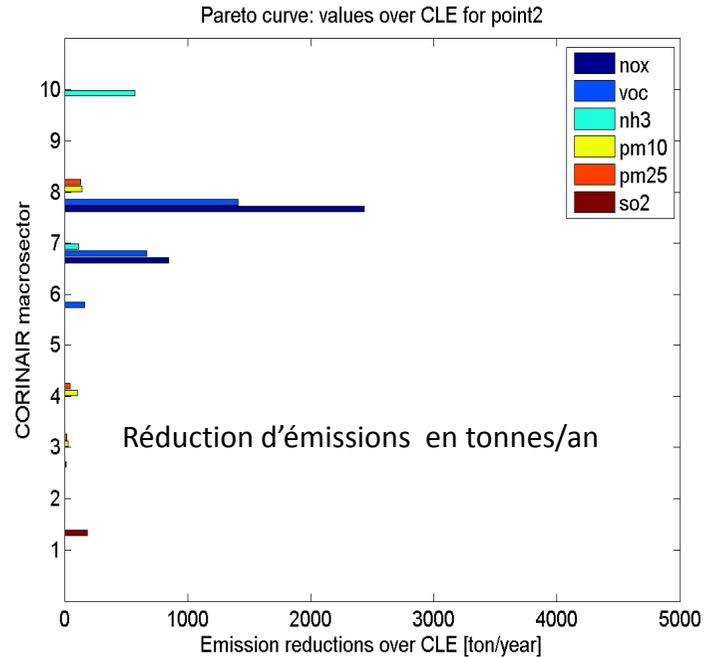


- 10 Agriculture et sylviculture
- 9 Traitement et élimination des déchets
- 8 Autres sources mobiles et machines
- 7 Transport routier
- 6 Utilisation solvants et autres produits
- 5 Extraction et distribution de combustibles fossiles/géothermie
- 4 Procédés de production
- 3 Combustion dans l'industrie manufacturière
- 2 Combustion hors industrie
- 1 Combustion dans les industries de l'énergie/transformation de l'énergie

Objectif = Réduire NO<sub>2</sub> annuel

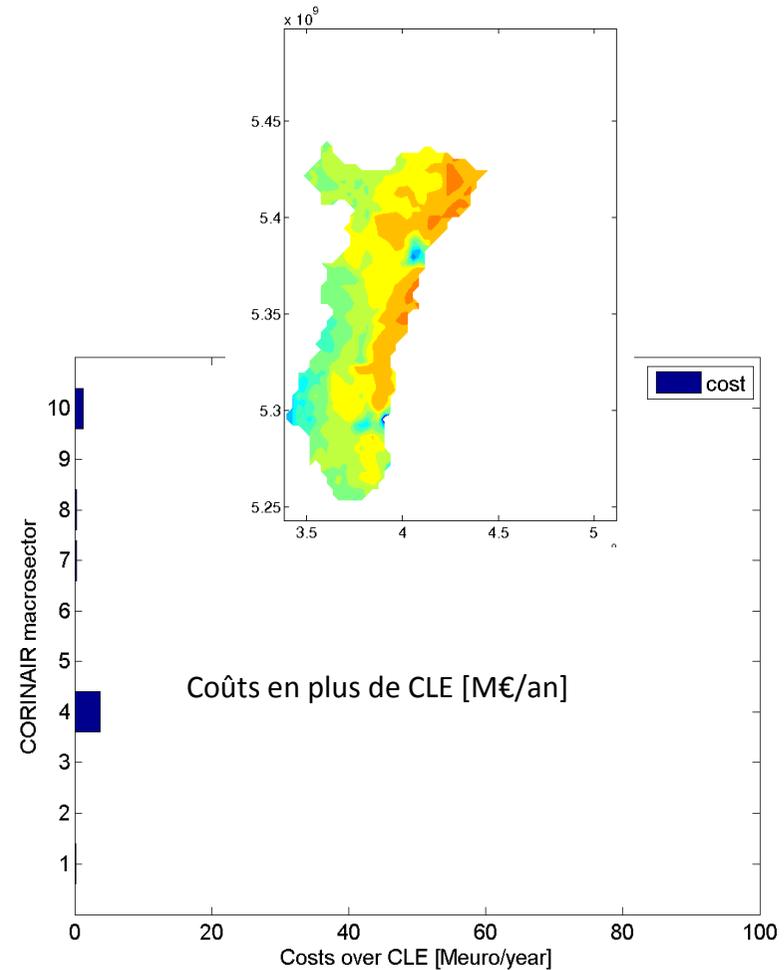


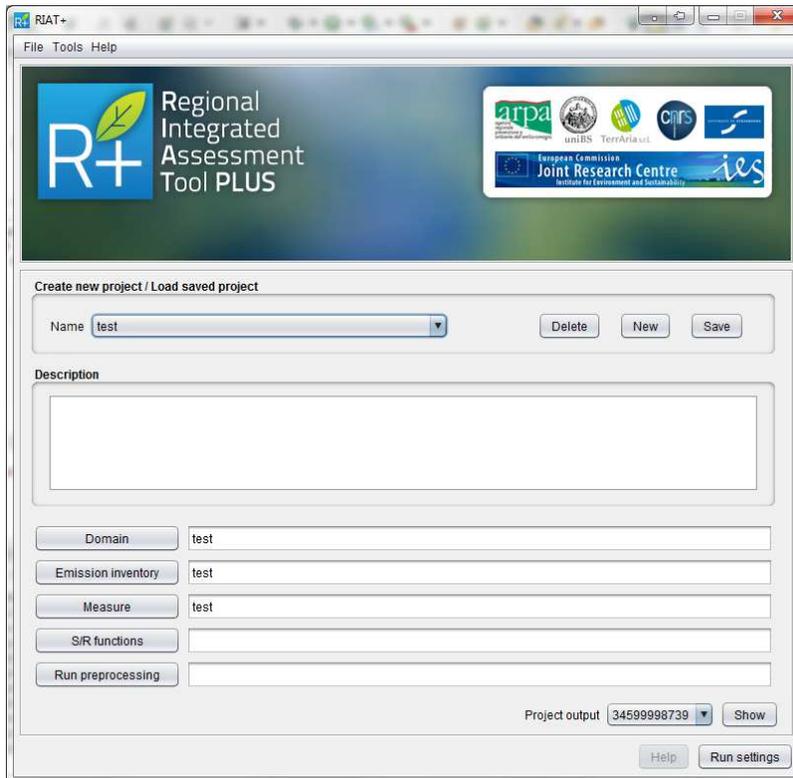
# Résultats sur l'Alsace



- 10 Agriculture et sylviculture
- 9 Traitement et élimination des déchets
- 8 Autres sources mobiles et machines
- 7 Transport routier
- 6 Utilisation solvants et autres produits
- 5 Extraction et distribution de combustibles fossiles/géothermie
- 4 Procédés de production
- 3 Combustion dans l'industrie manufacturière
- 2 Combustion hors industrie
- 1 Combustion dans les industries de l'énergie/ transformation de l'énergie

Objectif = Réduire PM10 en hiver





[www.operatool.eu](http://www.operatool.eu)

- ❑ RIAT+ a été testé sur deux régions
- ❑ RIAT+ est un logiciel téléchargeable librement sur le site du projet
- ❑ Une documentation est accessible sur le site du projet
- ❑ Des formations seront organisées (contact à laisser)

# Remerciements

## ASPA

Joseph Kleinpeter (Directeur)  
Emmanuel Rivière (Directeur adjoint)  
Gilles Perron (Responsable du projet)  
Julien Bernard (Modélisation des émissions)  
Raphaël Deprost (Modélisation QA)  
Florent Vasbien (Modélisation QA)  
Pascaline Clair (Inventaire des émissions)  
Cyril Pallarès (Réfèrent Plan de la QA)  
Christelle Schneider (Ingénieur)

## Mesocentre de calcul

### UNISTRA

Romarc David (Ingénieur)  
Michel Ringenbach (Ingénieur)

## LIVE

### CNRS

Christiane Weber (Directeur)  
Anne-Christine Bronner (Ingénieur, Cartographie et communication)  
Yasmina Ramrani (Ingénieur, informatique)  
Service partenariat et valorisation  
Service comptabilité

### UNISTRA

Estelle Baehrel (Secrétariat)  
European service  
Service de comptabilité

Région Alsace, DREAL, M2A, CUS, Grand  
Pays de Colmar, INERIS, REALISE  
(<http://realise.unistra.fr>).