

Séminaire LCSQA
Caractérisation chimique des particules

Exploitation des données CARA de 2007 à 2009 :
Comparaison à d'autres programmes et
validation de la modélisation déterministe

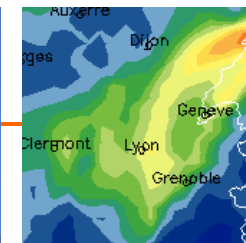
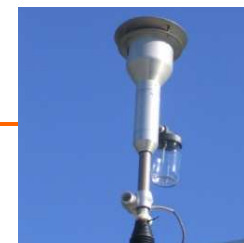
LNE, Paris - 20/11/2009

Eric Chaxel (echaxel@atmo-rhonealpes.org)

ATMO Rhône-Alpes
Observatoire de la qualité de l'air de la région Rhône-Alpes
AMPASEL - ASCOPARG - ATMO Drôme Ardèche – COPARLY – SUP'Air
www.atmo-rhonealpes.org



→ Plan de l'exposé



1. Bilan des mesures de chimie des particules en Rhône-Alpes de 2007 à 2008

Petit rappel sur 2007 : intérêt des mesures de chimie pour l'épisode de mars 2007
Mesures disponibles en 2008 et 2009 : CARA, cartographie des particules, traceurs de feux (INERIS), chaufferies bois, autres études

2. Comparaison de différents programmes et méthodologies

Comparaison des résultats des analyses chimiques $PM_{10}/PM_{2.5}$
Suivi de divers composés : EC/OC, nitrates, sulfates, ions et traceurs de combustion

3. Exploitation des mesures CARA au sein de la plateforme régionale PREVALP

Validation sur année 2008 du modèle de chimie des aérosols de CHIMERE
Simulation de l'épisode particulaire de janvier 2009 avec le modèle CHIMERE

4. Conclusions et perspectives

Bilan sur notre utilisation des mesures de composition chimique
Avenir du programme : quelles mesures pour l'avenir ?





1. Bilan 2007-2009 des mesures de chimie des particules en Rhône-Alpes

- Présentation des stations de mesure
- Petit rappel sur 2007 : épisode de mars 2007
- Mesures disponibles en 2008 et 2009 :
CARA, carto, INERIS traceur bois, chaufferies, Nord Grenoblois



→ Surveillance des particules en Rhône-Alpes



En 2008, la région Rhône-Alpes possédait
45 stations fixes mesurant les PM_{10} (mesures TEOM et FDMS)

Les AASQA ont participé à des programmes sur la composition :

- CARA
- INERIS traceur de feux
- Etude Chaufferies bois
- Cartographie des particules
- Etude Nord Grenoblois

Ces programmes se sont intéressés aux agglomérations de **Lyon** et de **Grenoble**



→ Agglomération de Lyon

Mesures de composition des particules :

- En 2007 à Vénissieux et Lyon centre
- CARA : depuis 2007 à Lyon centre
- Cartographie des particules : 2008 et 2009 à Lyon centre



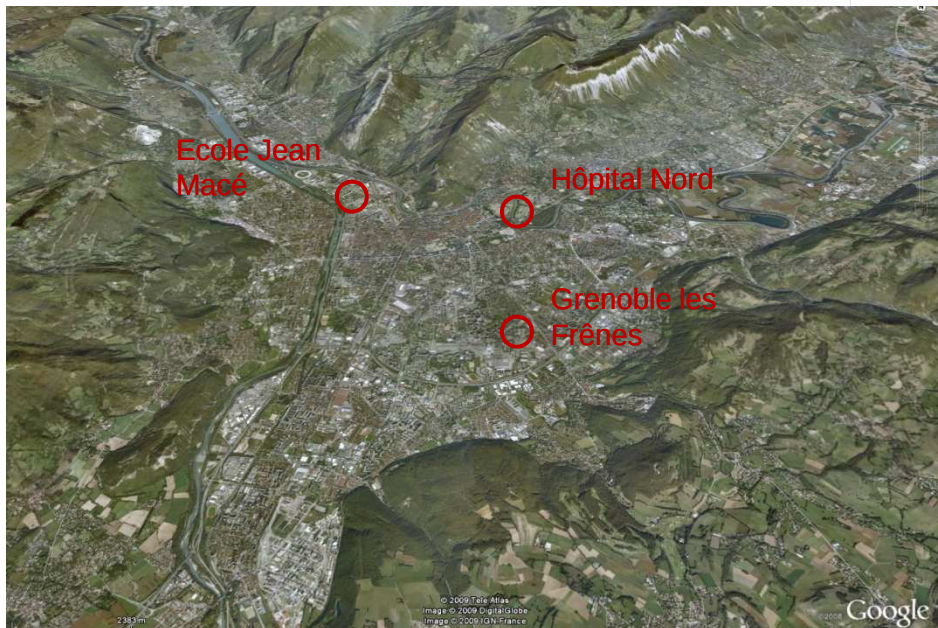
→ Zone du Y grenoblois

Mesures de composition de particules

- Etude Nord Grenoblois à Jean Macé et Hôpital Nord : 8 prélèvements en 2008 et 2009
- Chaufferies bois : 2008-2009
- Traceur de feux (INERIS): 2008-2009
- CARA : prévu en 2010

Grenoble
Les Frênes

Stations fixes équipées de TEOM



→ Station de mesure de Lyon centre

Elle a accueilli les mesures CARA en 2007, 2008 et 2009

C'est un « supersite » avec :

- Préleveurs Digital (HAP, EC/OC, ions)
- Analyseur TEOM PM₁₀
- Analyseur TEOM PM₁₀ avec module FDMS
- Analyseur TEOM PM_{2.5} avec module FDMS
- Analyseur polluants standards : NO_x, O₃, SO₂
- Analyseur Sunlab EC/OC (depuis été 2009)

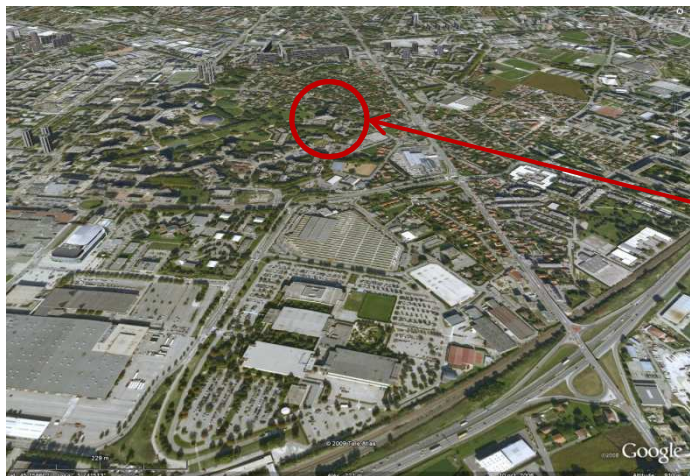


→ Station de Grenoble école des Frênes

Elle va accueillir CARA en 2010

C'est un autre « supersite » avec :

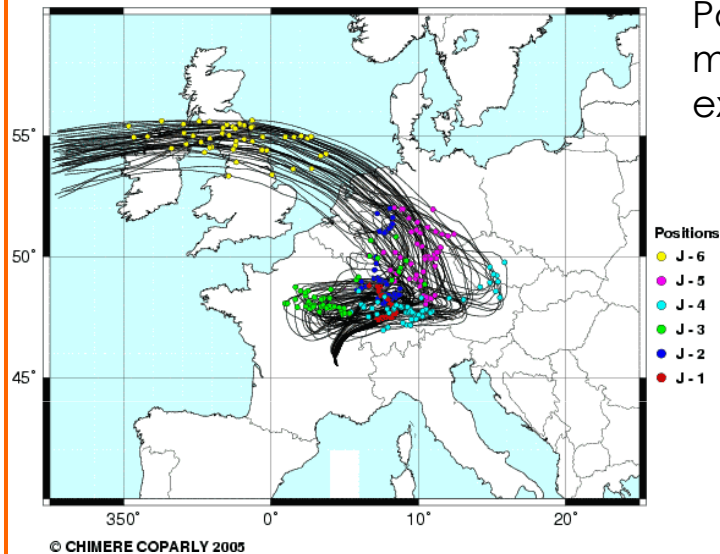
- Préleveurs Digitel (HAP, lévoglucosan, EC/OC, ions)
- Analyseur TEOM PM_{10}
- Analyseur TEOM $PM_{2.5}$ FDMS
- Analyseurs polluants standards : NO_x , O_3 , SO_2 , BTX



Retour sur 2007

→ Episode de pollution par les nitrates 15-16 mars 2007

15-03-2007 : Rétrotrajectoires pour le 15-03-2007



Un net import de nitrates de l'Europe centrale



Figure : Grenoble vu de la bastille le 16 mars 2007

Pour la première fois en Rhône-Alpes, des mesures de spéciation chimique expliquait l'origine des particules



Bessagnet et Aymoz, 2007

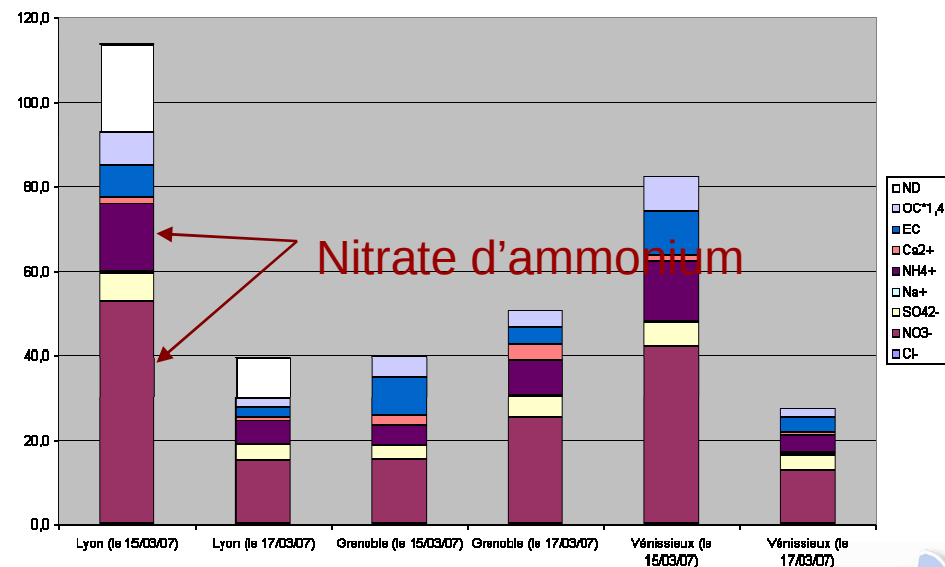
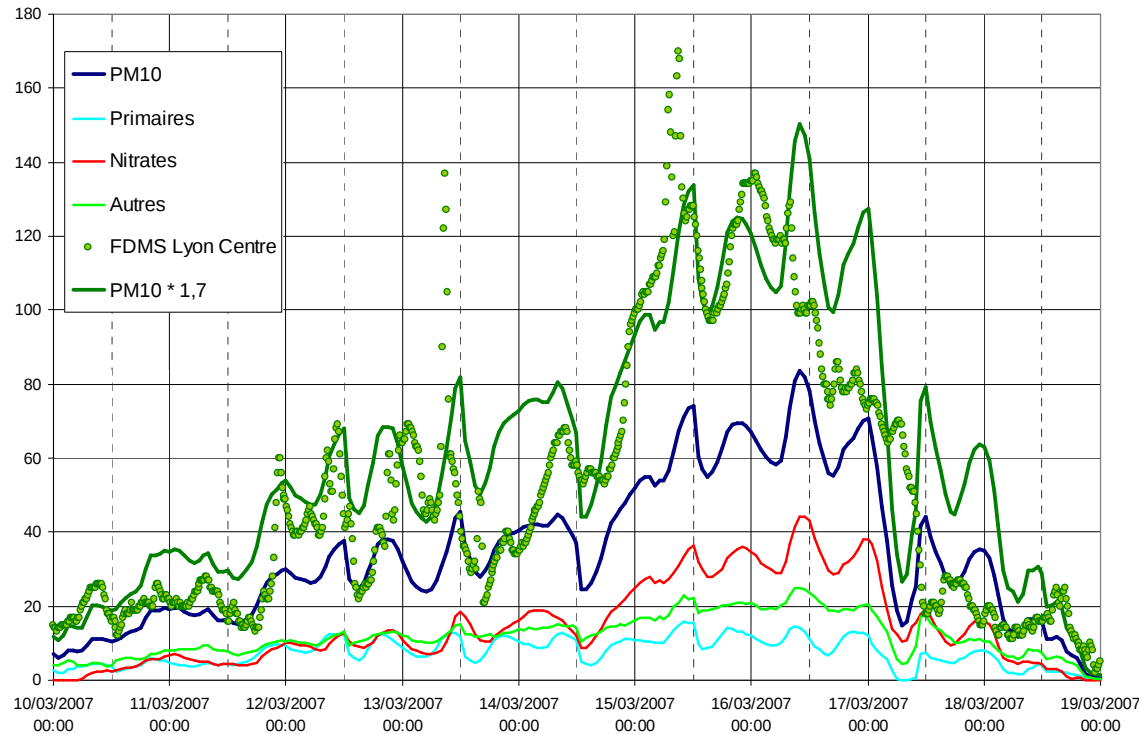


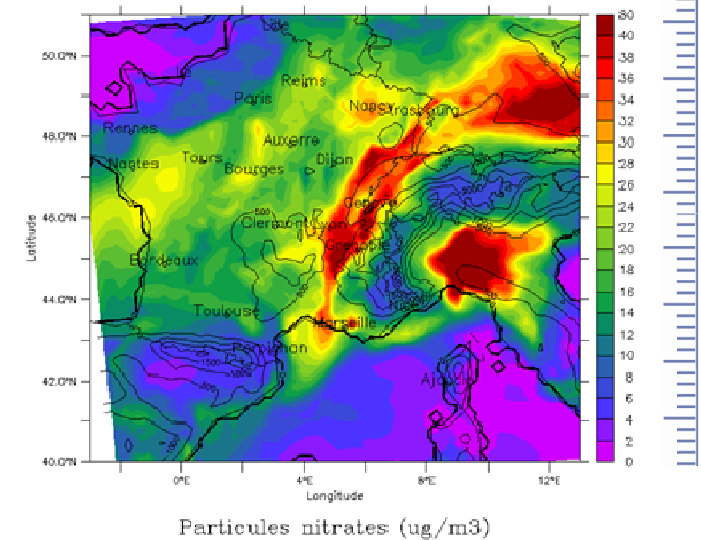
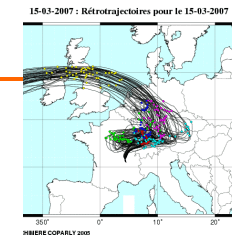
Figure : prélèvements PM₁₀ à Lyon centre et Grenoble en mars 2007



→ Modélisation de l'épisode avec CHIMERE



Evolution modèle-mesures
à Lyon Centre
(le modèle sous-estime d'environ 70 %)



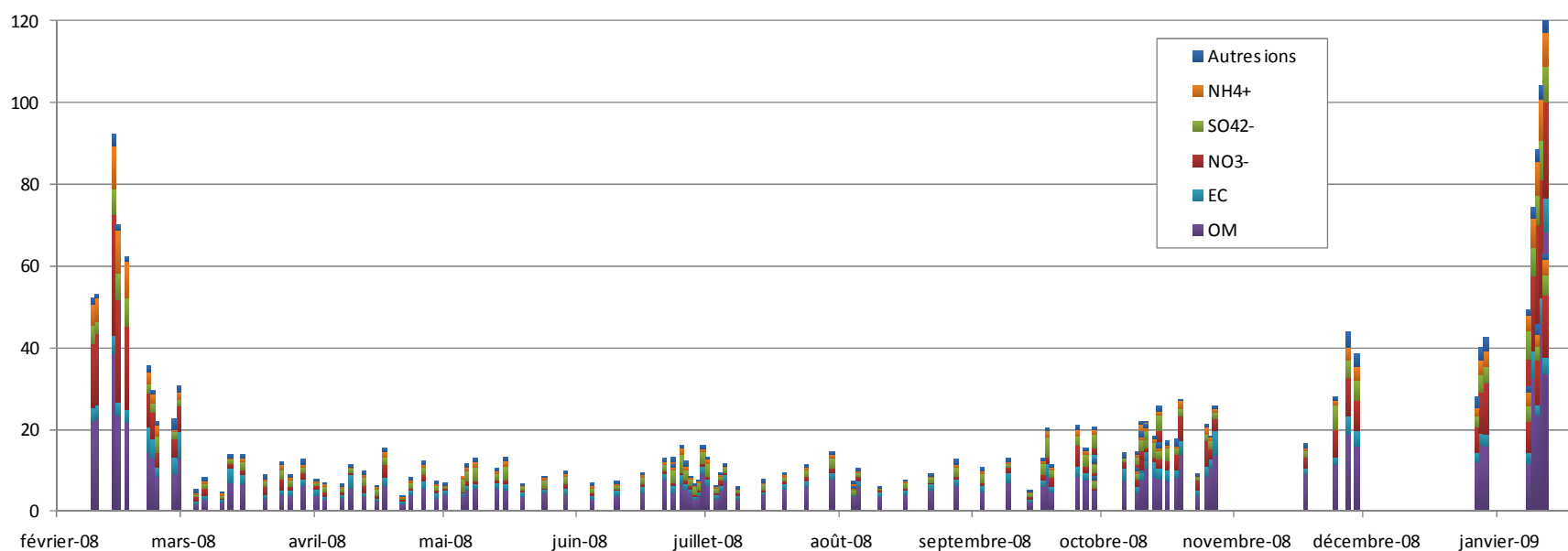
Concentrations de nitrates
de Chimère
le 16 mars 2007



Résultats 2008-2009

→ Séries temporelles des résultats à Lyon et Grenoble

187 filtres ont été analysés entre le 30/01/2008 et le 08/04/2009 à Lyon et Grenoble dans le cadre des 5 études sur la composition chimique

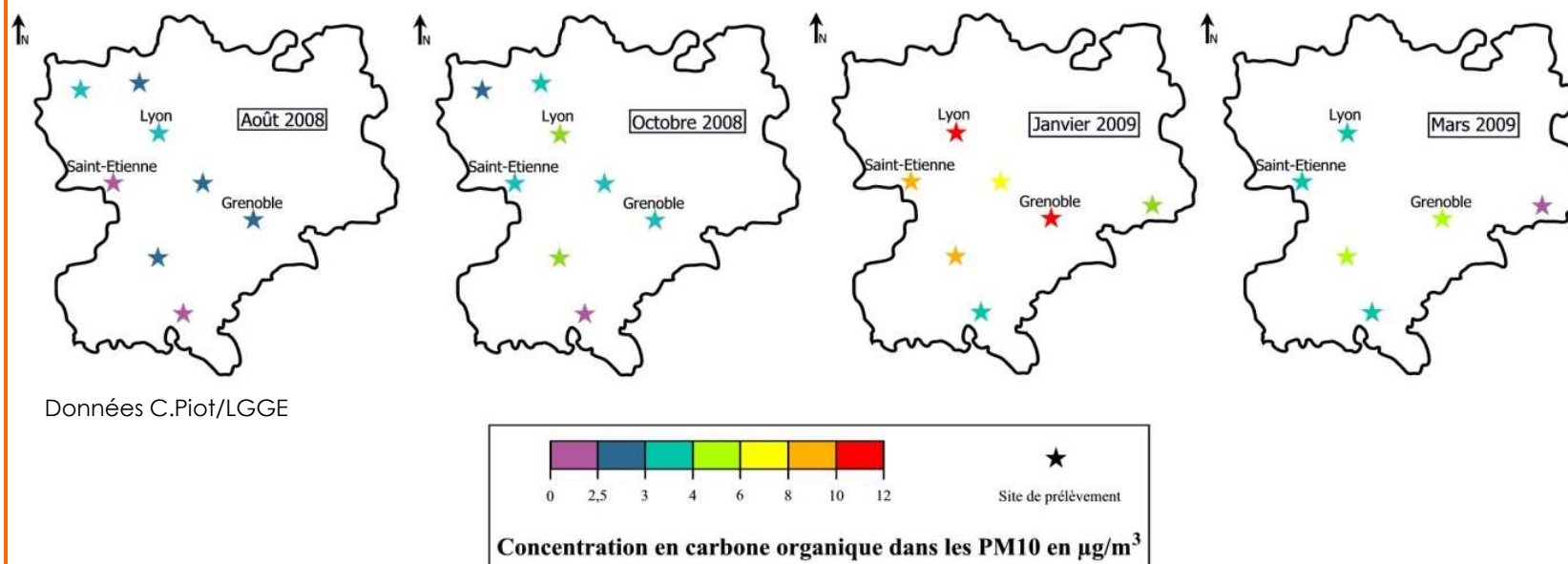
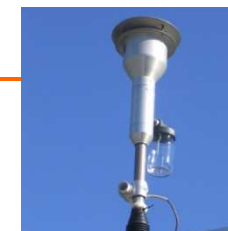


Résultats des filtres analysés entre février 2008 et janvier 2009 à Lyon et Grenoble



Autres résultats 2008-2009

→ Cartographie régionale des particules



Résultats des analyses des filtres collectés sur Partisol (7 jours) pour le carbone organique

8 campagnes de mesures de 14 jours (7 jours pour $\text{PM}_{2.5}$ et 7 jours pour PM_{10}) ont eu lieu en 2008 et 2009



Autres programmes en 2009

→ Autres programmes



Marseille (29 juin -14 juillet 2008)
Grenoble (15-29 janvier 2009)

Caractérisation chimique :
OC, EC, ions, hopanes, alcanes, HAPs, lévoglucosan, acides, méthoxyphenols, métaux

Spéciation des sources :
approche de type CMB (Chemical Mass Balance) : modèle historiquement utilisé pour étudier la contribution des sources primaires

Basé sur des profils de sources



Site de mesure à Grenoble les Frênes en janvier 2009

Programme C14 biomasse

Objectif : mieux caractériser les combustions de biomasse



Mesures in situ des particules de d'un feu d'écobuage





2. Comparaison des méthodologies et des différentes mesures

- ▶ Faire le bilan des résultats
- ▶ Comparaison avec d'autres programmes



→ Programmes de mesure de la composition chimique de 2007 à 2009

Plusieurs programmes avec une méthodologie similaire :

- CARA (préleveur Digital)
- INERIS Traceurs de feux (préleveur Digital)
- Cartographie des particules 2008-2009 en région Rhône-Alpes (préleveur partisol)
- Etude de qualité de l'air « Nord Grenoblois » (Digital)
- Etude chaufferies bois (Digital)

Analyses (toutes études) :

- EC/OC
- ions secondaires : SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+
- autres ions : Cl^- , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}

Autres analyses (selon étude) :
WSOC, HULIS, levoglucosan



Préleveur Digital DA80



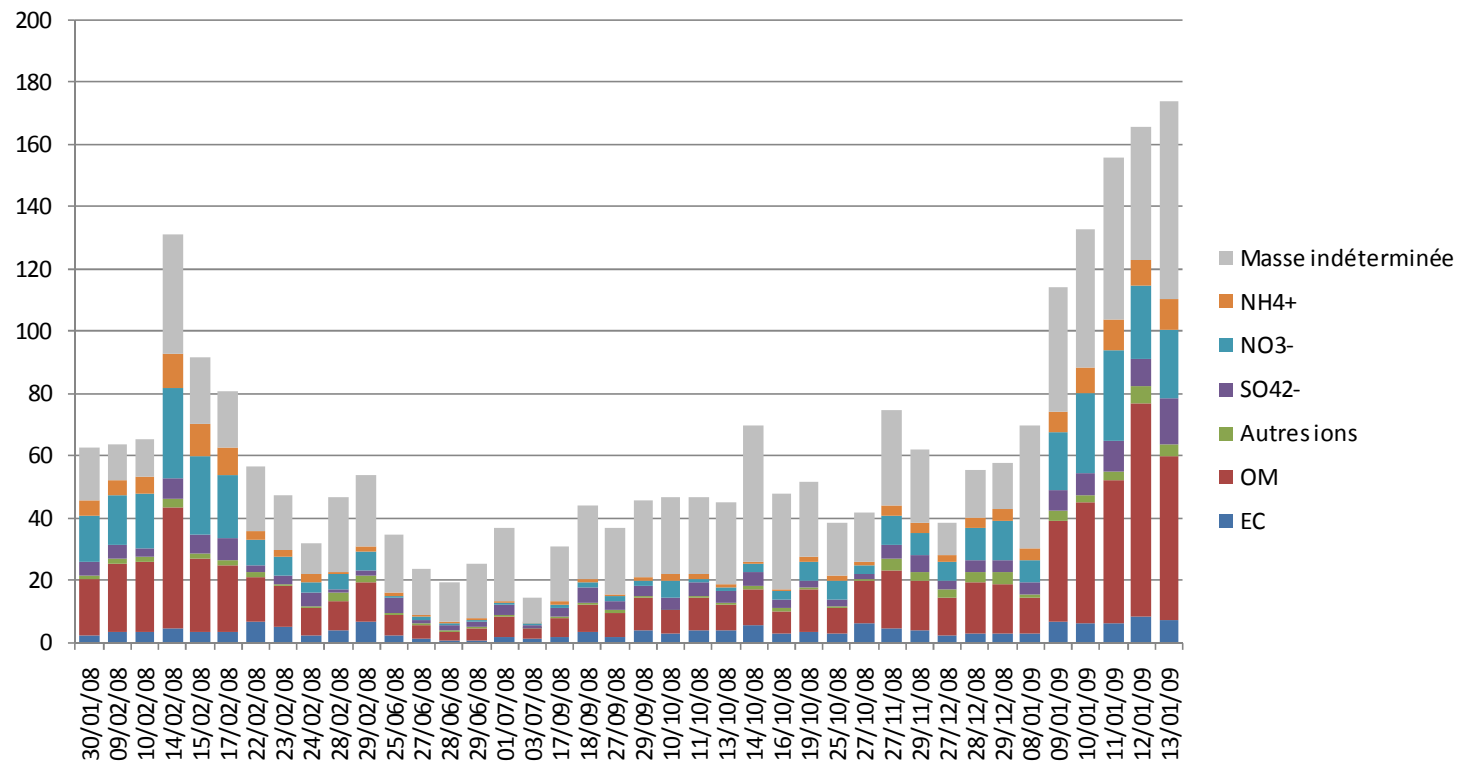
Préleveur Partisol



Partisol, DIGTEL et TEOM



→ Résultats des mesures CARA par filtres en 2008 et 2009 (janvier)



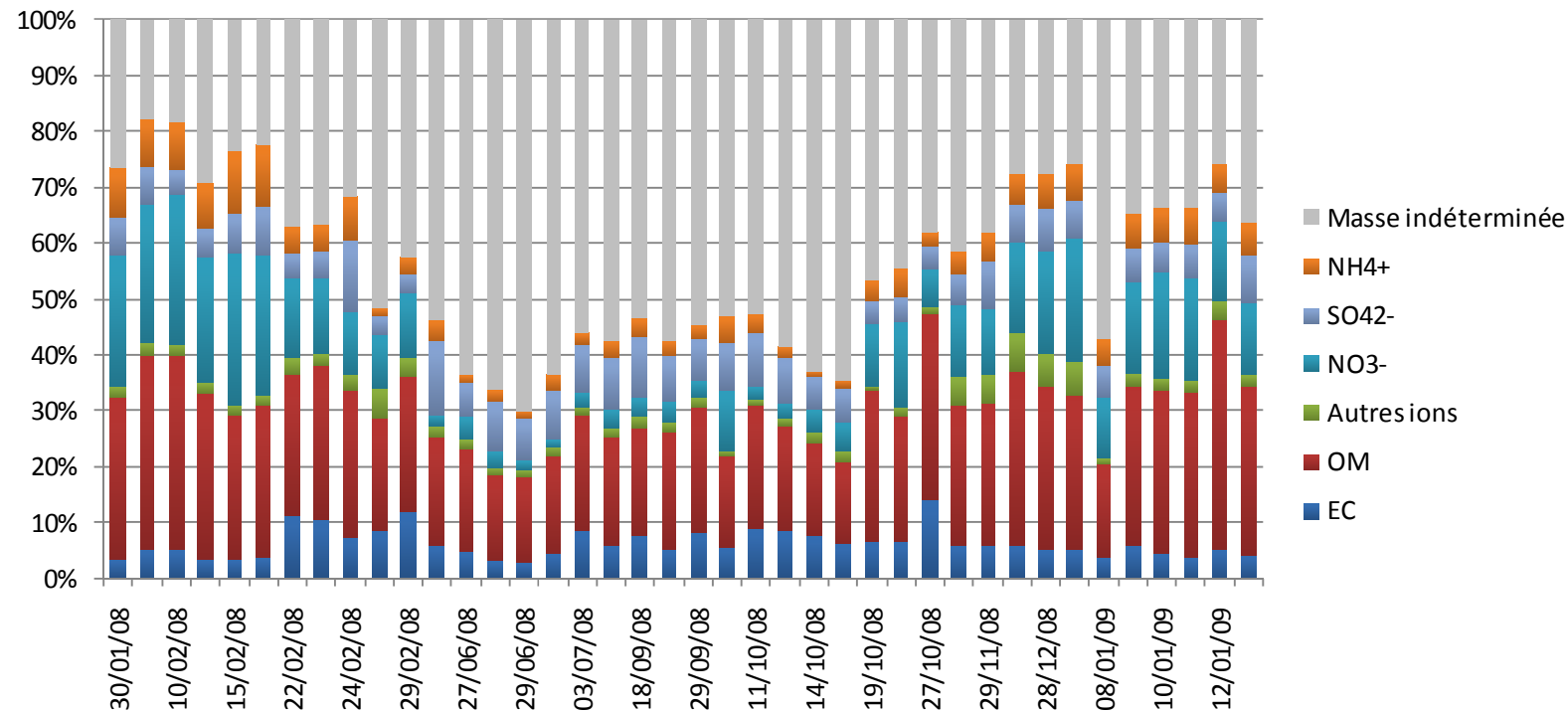
Résultats des 40 prélèvements en 2008 et janvier 2009

Les filtres CARA analysés sont représentatifs de niveaux de particules élevés : proche ou supérieur du seuil $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ils fournissent une bonne description des épisodes de pollution hivernale de février 2008 et janvier 2009 à Lyon



→ Masse indéterminée sur CARA :
composés non analysés ou erreur de mesure ?



En fonction de la période de l'année, la masse indéterminée est plus ou moins importante. Elle atteint des pics en juin et octobre avec plus de 60 % de la masse totale. En hiver, elle représente 20 à 30 % de la masse de PM₁₀ et 55 % en moyenne en été

Deux explications :

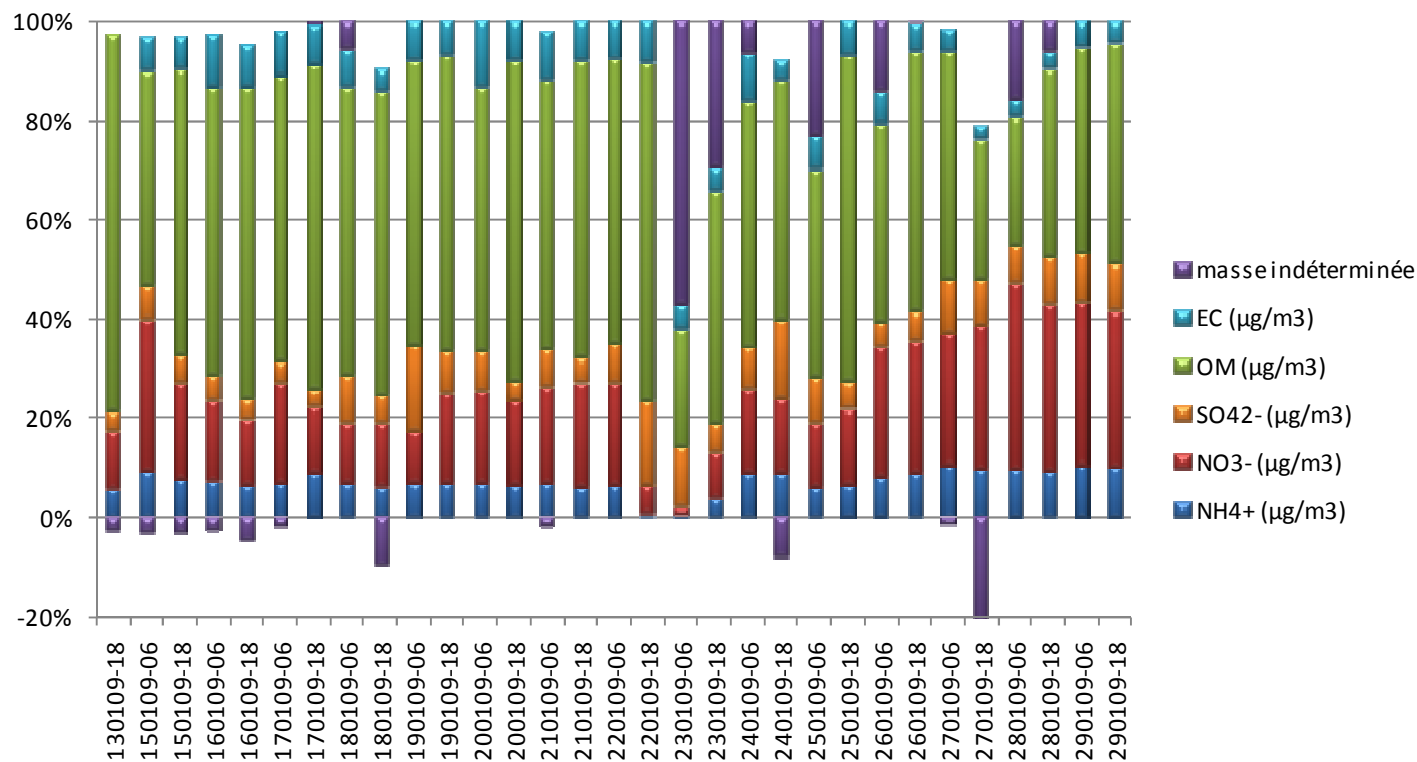
- La fraction non analysée (dust ?) explique la masse indéterminée principalement l'été
- Les nitrates et les OC volatiles sont plus facilement vaporisés avec des températures chaudes (artéfacts négatifs)



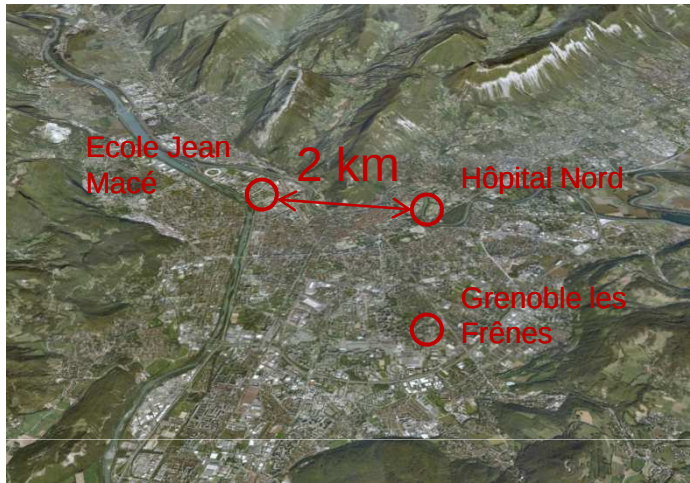
→ Mesurer le PM_{2.5} : une solution ?

A la différence des analyses CARA du PM₁₀, les analyses chimiques du PM_{2.5} réalisées dans le cadre du programme FORMES à Grenoble du 15 au 29 janvier étaient comparables en masse avec les mesures par TEOM+FDMS

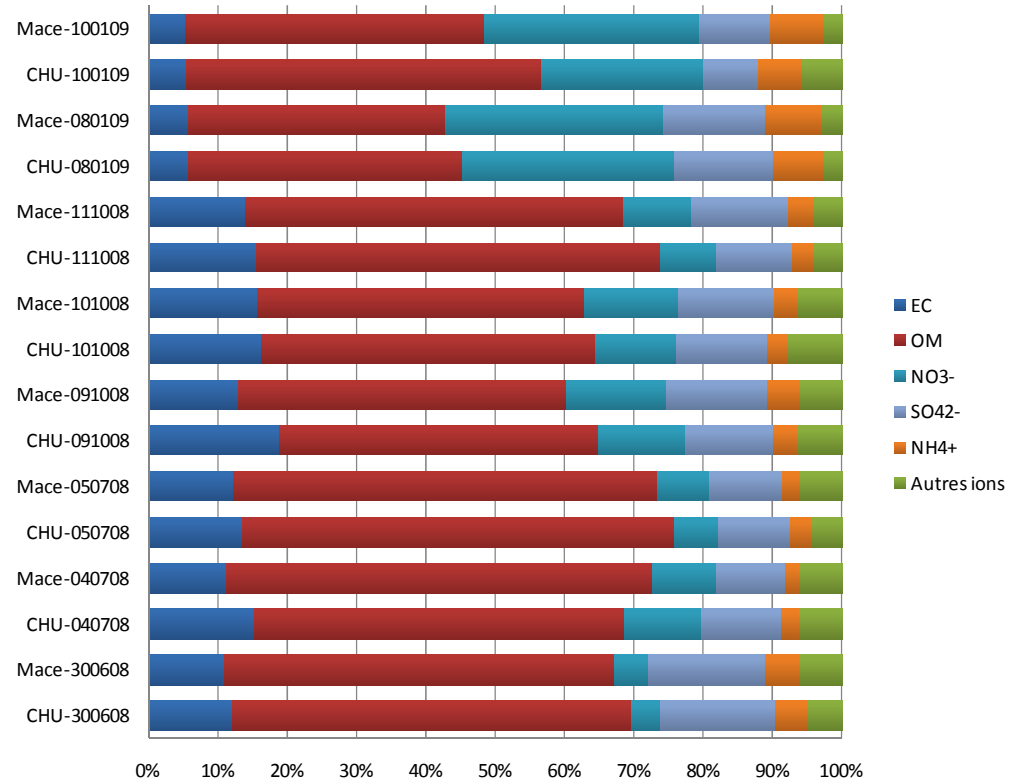
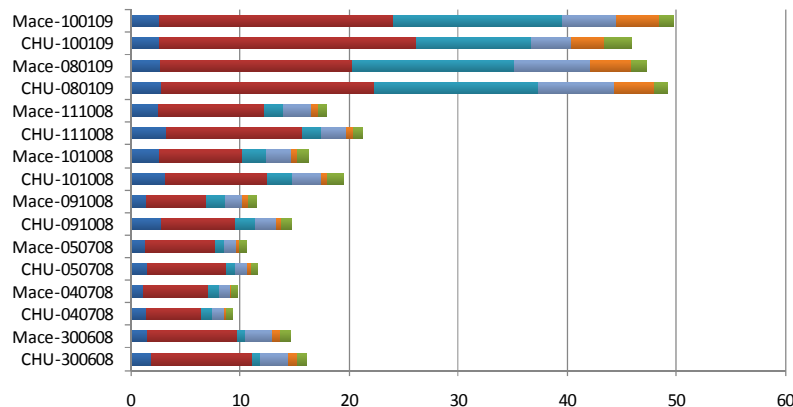
Exemple du programme FORMES à Grenoble : masse indéterminée en PM_{2.5} nulle... ou négative



→ Représentativité spatiale des analyses chimiques

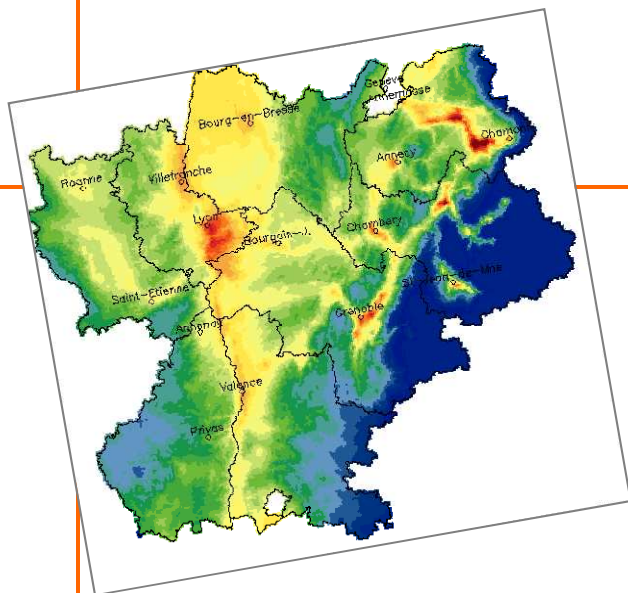


Bien que les niveaux soient légèrement différents, les profils chimiques sur 2 sites localisés à 2 km sont similaires



Profils chimiques du PM₁₀ aux sites école Jean Macé et Hôpital Nord étude Nord Grenoblois



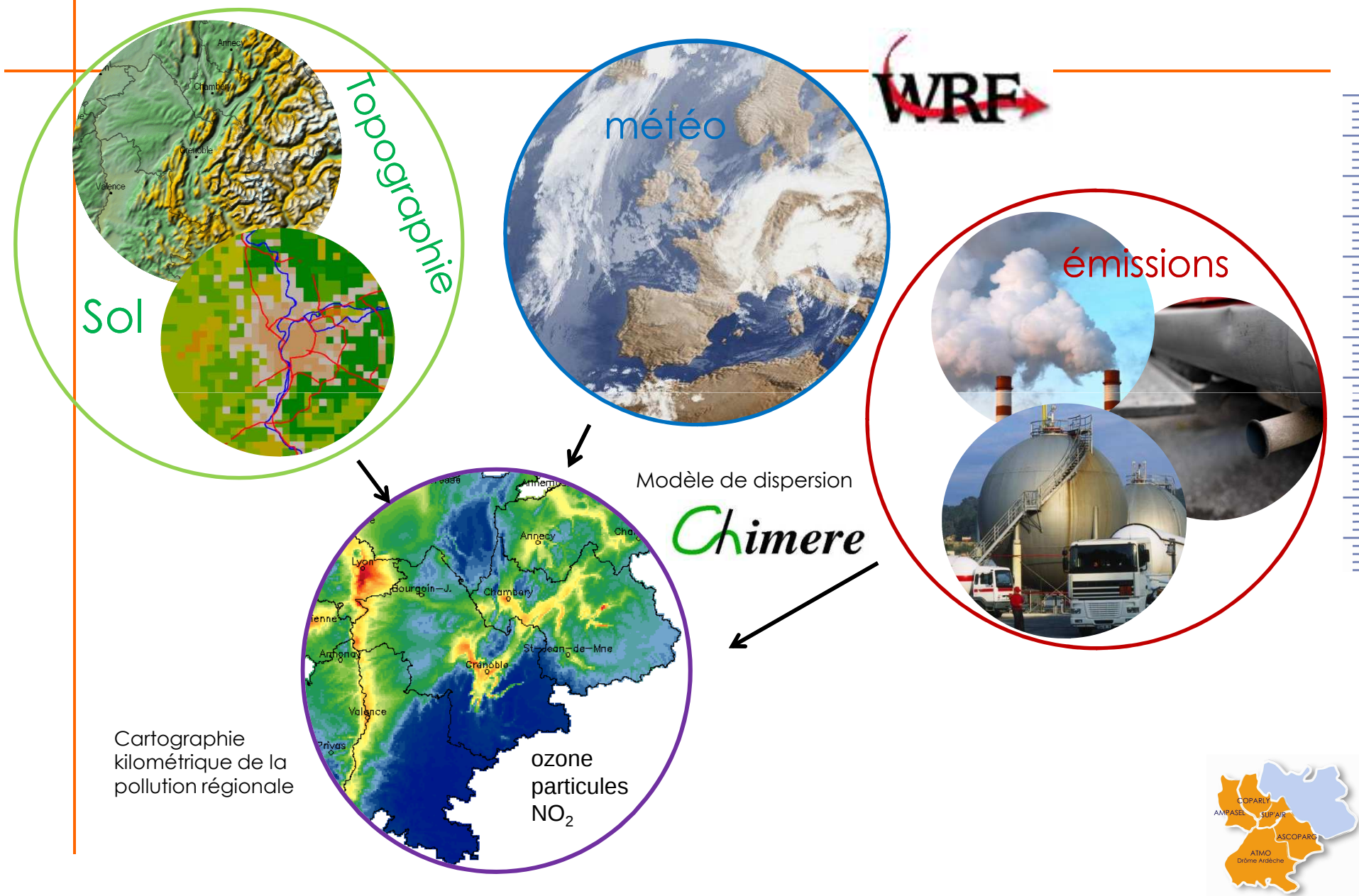


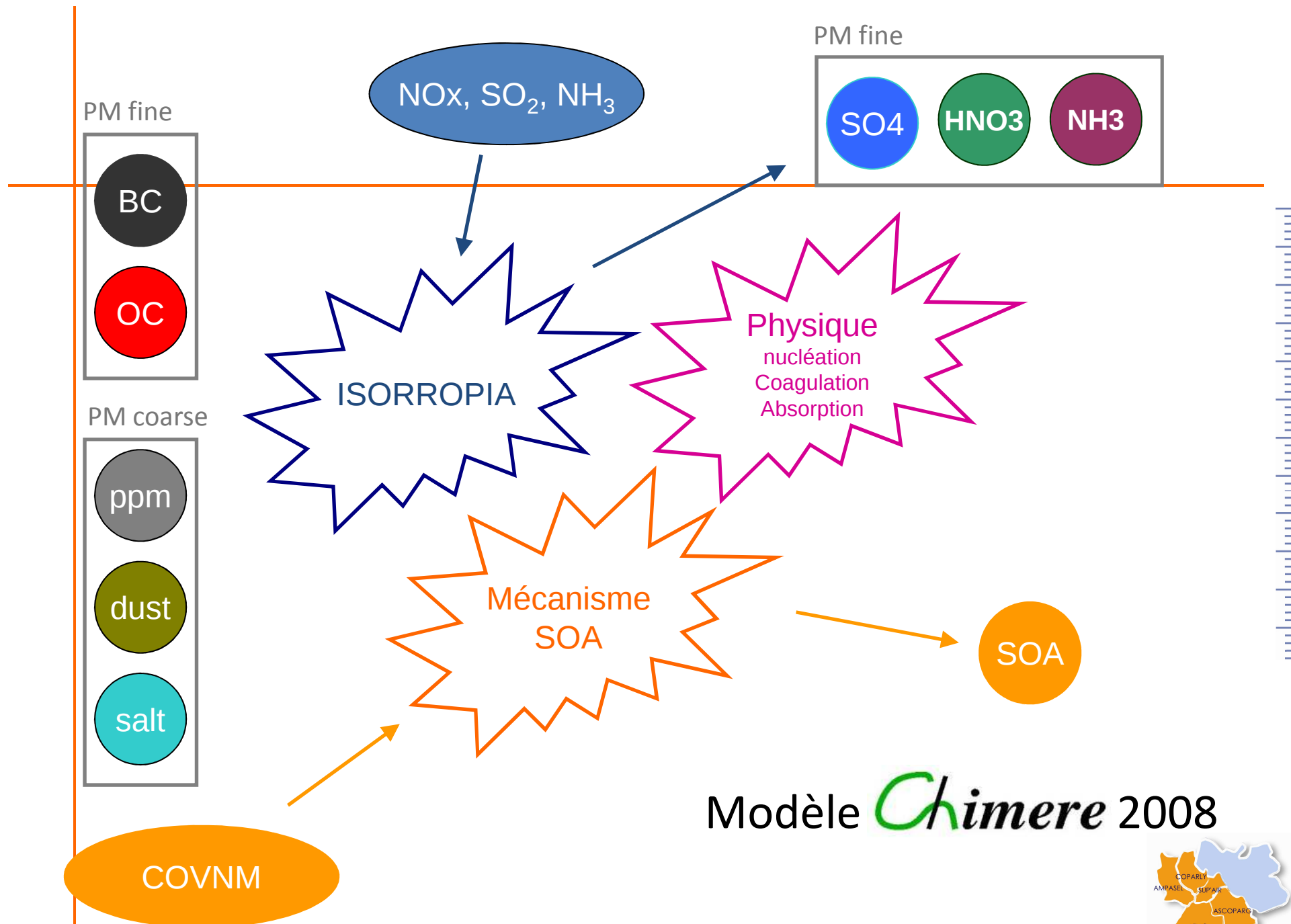
3. Validation des modèles déterministes avec les mesures sur filtres

- Validation sur année 2008 du modèle de chimie des aérosols de CHIMERE
- Simulation de l'épisode particulaire de janvier 2009 avec le modèle CHIMERE



→ Le modèle régional PREVALP

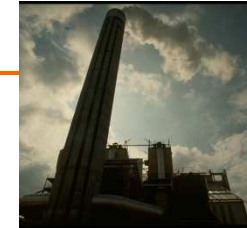




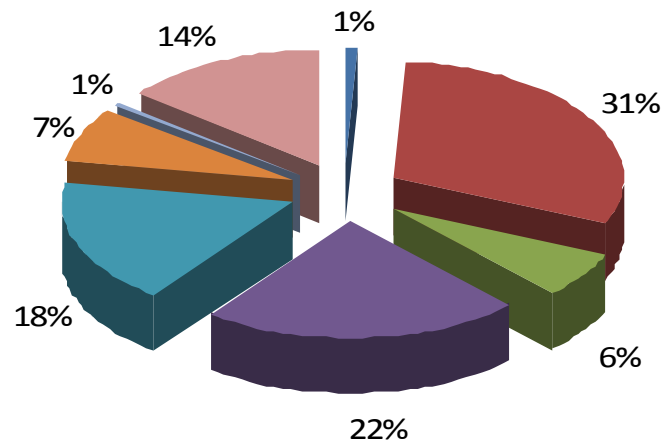
Modèle *Chimere* 2008



→ Des émissions dans l'atmosphère très différentes selon la saison en région Rhône-Alpes...

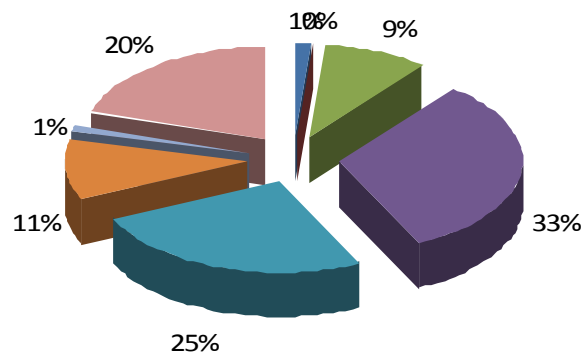


En moyenne annuelle (29,9 kt/an)

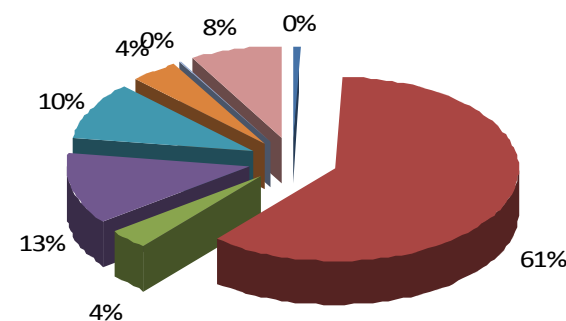


- 1 Combustion dans les industries de l'énergie
- 2 Combustion hors industrie
- 3 Combustion dans l'énergie manufacturière
- 4 Procédés de production
- 7 Transport routier
- 8 Autres sources mobiles et machines
- 9 Traitement des déchets
- 10 Agriculture

L'été (équivalent 20,8 kt/an)



Le 11 janvier 2009 (équivalent 52,7 kt/an)



→ Objectif : Mieux connaître les profils de spéciation chimique

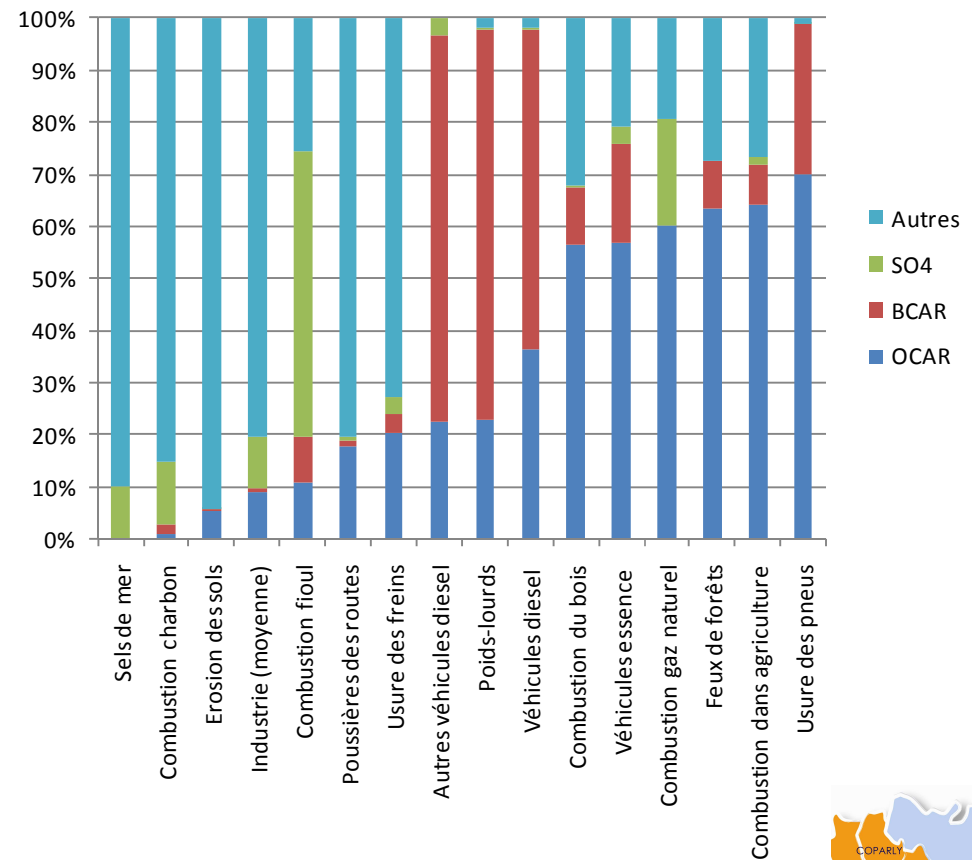
Les modèles comme CHIMERE utilisent en entrée des émissions de particules avec différentes tailles et composition chimique ou les inventaires fournissent des PM₁₀ totales

o La première étape consiste à séparer ces émissions en différentes classes de taille : **spéciation en taille**

o La seconde étape est la séparation des particules en différentes classes chimiques : **spéciation chimique**

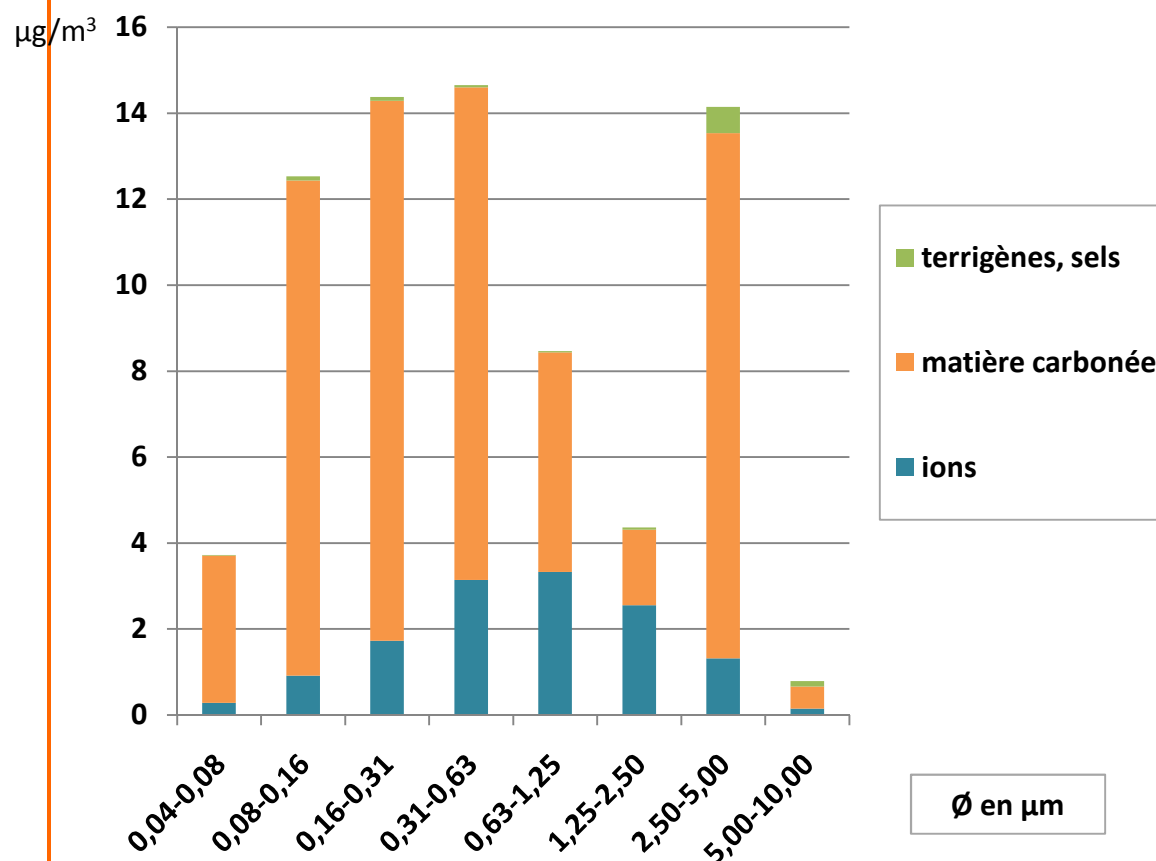
Les mesures de composition chimique de CARA permettent de valider ses répartitions (notamment EC/OC)

Exemples de différentes spéciations chimiques selon le type de source appliquées au PM_{2.5} (US EPA 1995)



→ Aérosols : modélisation en taille et composition chimique

Le modèle calcule la spéciation chimique et granulométrique des particules PM₁₀

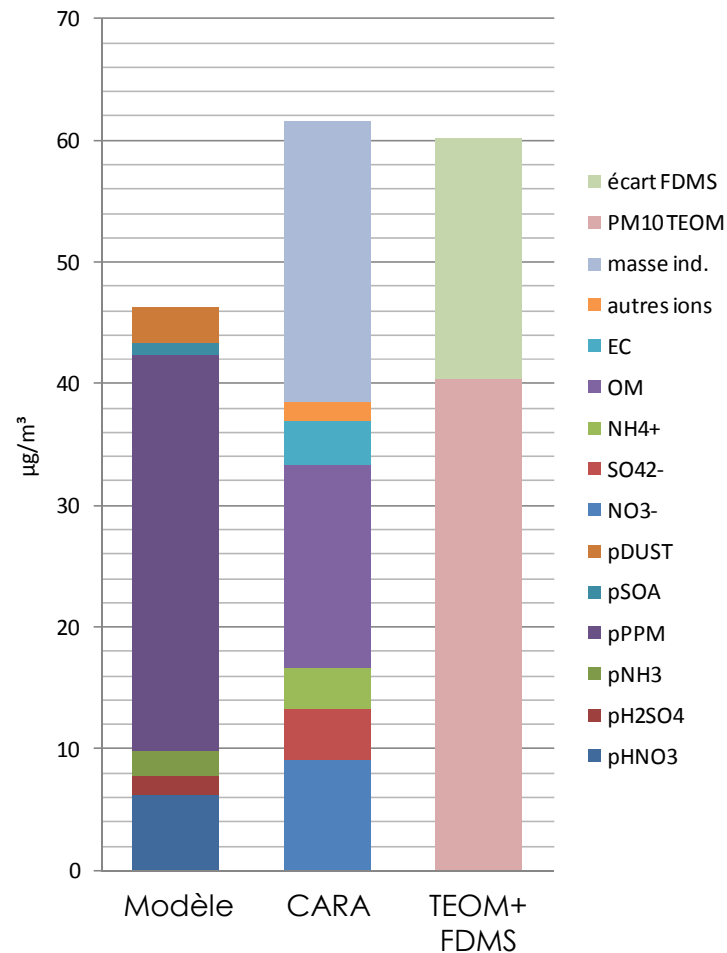


A. Milton, Evaluation du modèle PREVALP pour les particules fines (2009)

Concentration moyenne d'aérosols par granulométrie et composition chimique modélisés à Lyon centre du 11 au 20 janvier 2009.



→ Comparaison du modèle CHIMERE 2006 aux données CARA à Lyon centre

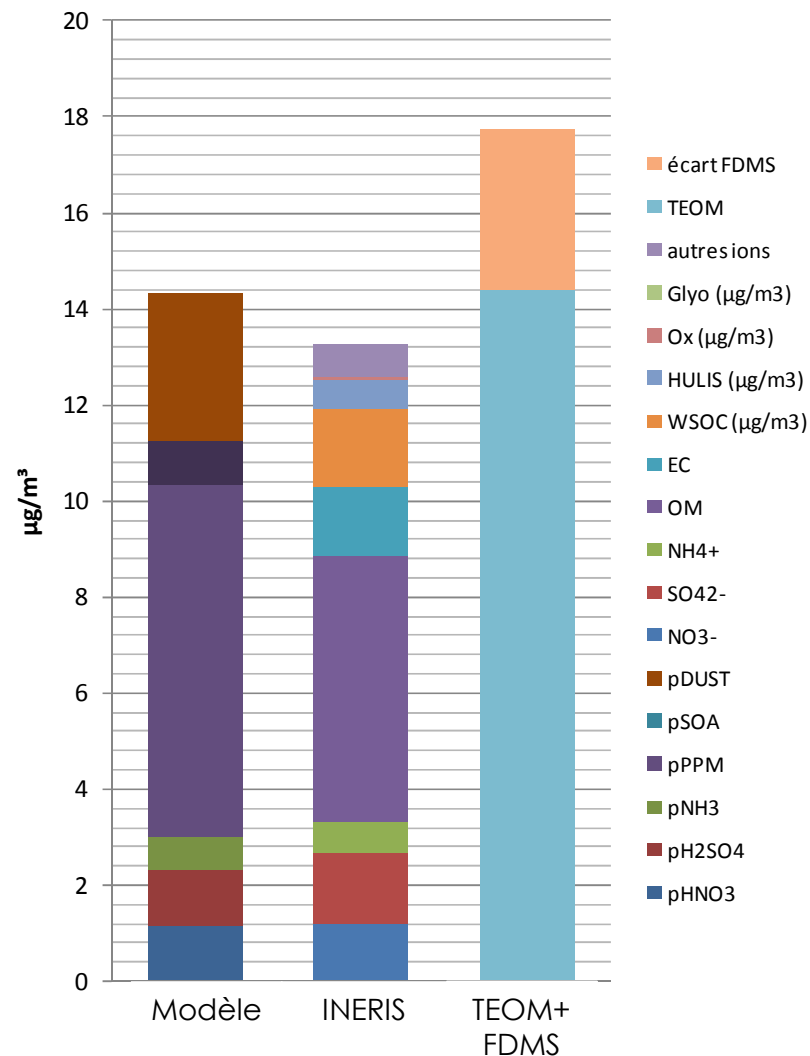


La moyenne des 34 prélèvements CARA à Lyon centre est comparée à la moyenne du modèle CHIMERE 2006 sur les mêmes périodes

Sur les épisodes analysés, la masse indéterminée représente $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$



→ Comparaison du modèle CHIMERE 2006 aux données INERIS traceurs de feux à Grenoble les Frênes



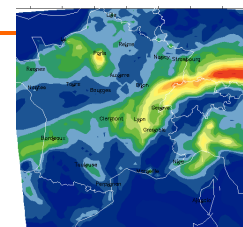
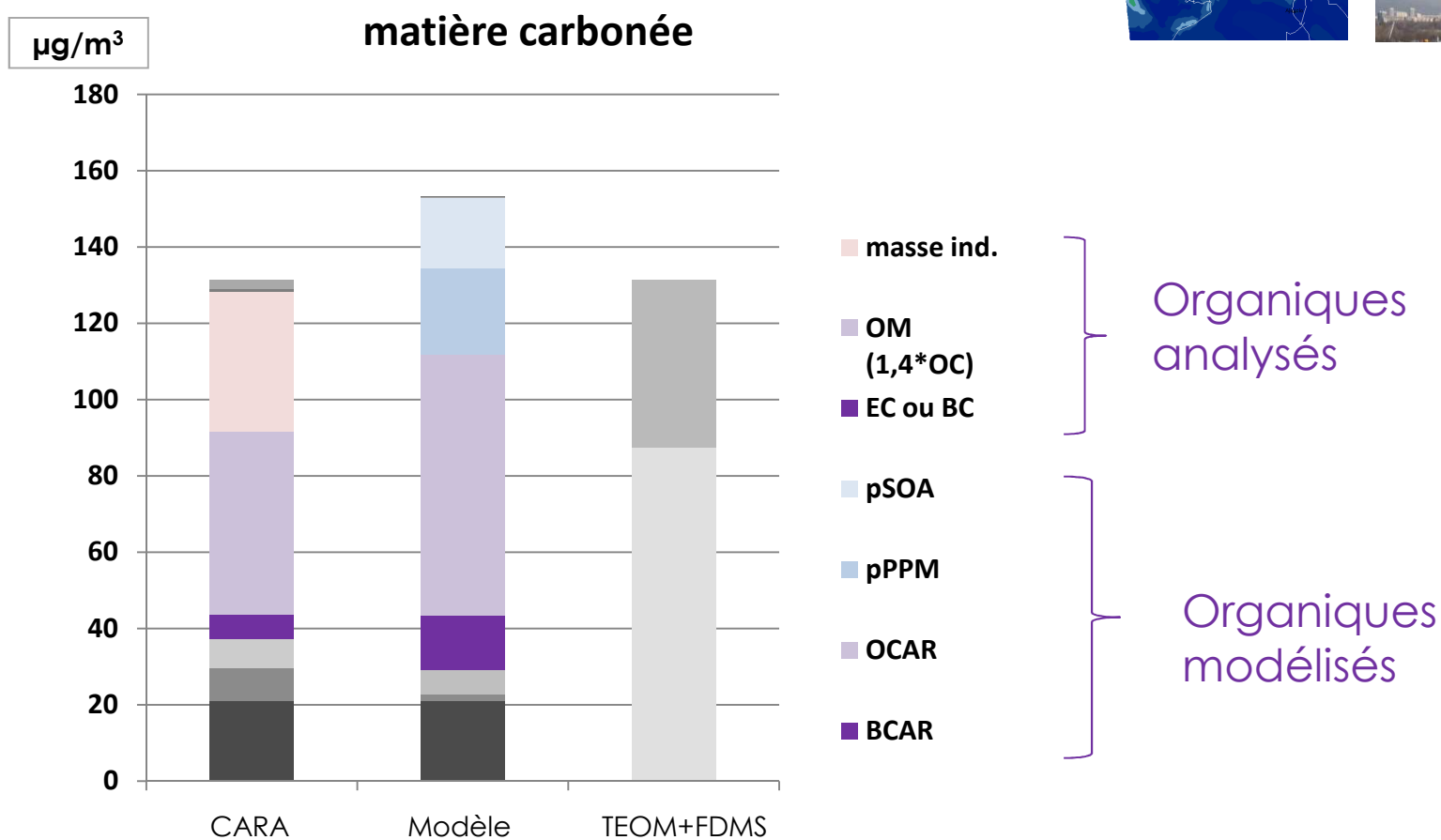
La moyenne des **54 prélèvements** INERIS/traceurs de feux à Grenoble les Frênes est comparée à la moyenne du modèle CHIMERE 2006 sur les mêmes périodes

Les prélèvements ont été réalisés de mars à octobre 2008 avec des niveaux de PM_{10} moindre que ceux des analyses CARA



→ Episode pollué de janvier 2009 (11 janvier) :
comparaison de CHIMERE 2008
avec les données CARA à Lyon centre

Lyon centre : mesures CARA, modèle, mesures TEOM+FDMS



Validation de la modélisation

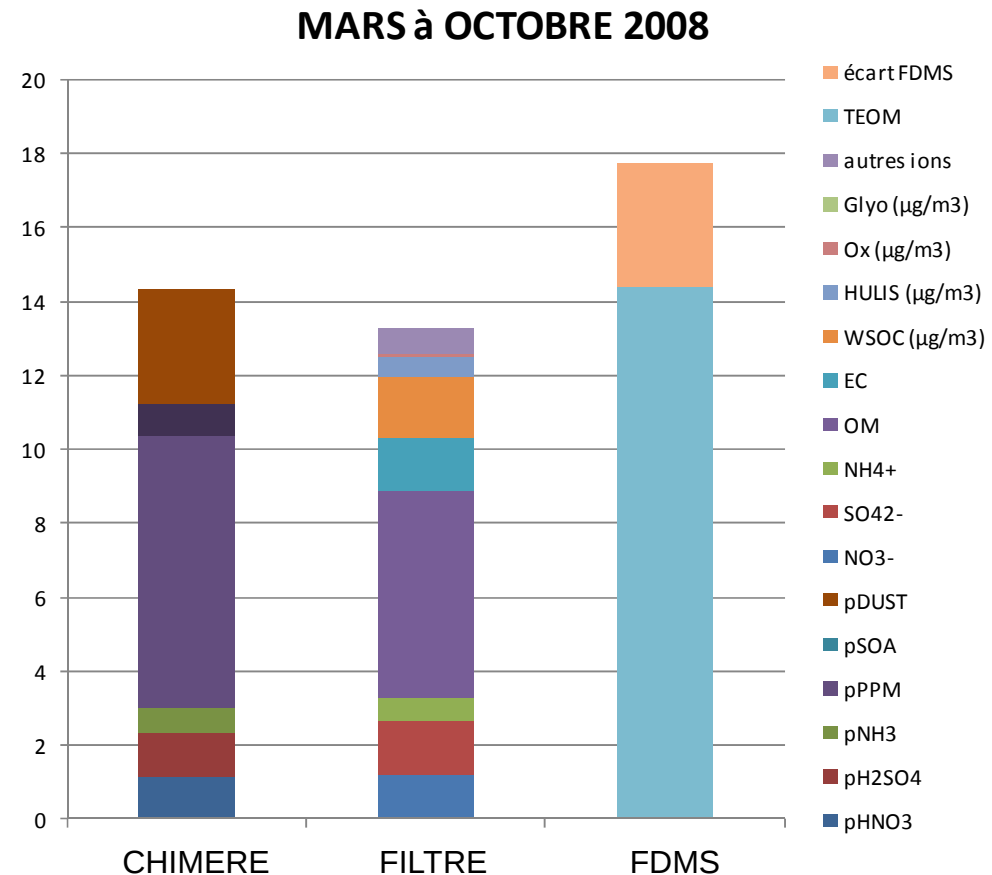
→ Mesures INERIS Traceur de feux

Les mesures réalisées sur filtre sont comparées au modèle CHIMERE 2006

o Le modèle reproduit bien les quantités de $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ et $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

o La masse indéterminée représente $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne pour une masse mesurée par TEOM+FDMS de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

o Il n'est pas possible de connaître la composition de la masse indéterminée. Est-ce des artefacts de mesures ou de la matière non analysée ?





4. Conclusions & perspectives

- ▶ Améliorer les paramètres mesurés
- ▶ Avenir du programme : quelles mesures pour l'avenir ?



Conclusions & perspectives

→ Conclusions sur l'utilisation des données chimiques des particules en Rhône-Alpes



Les données chimiques sur les particules ont été utilisées jusqu'à présent pour :

- connaître l'origine des particules lors d'un épisode de pollution et réaliser une classification en 3 types.
- Valider le modèle déterministe CHIMERE et apporter des modifications aux profils chimiques des émissions et les répartitions temporelles (chauffage).

Cependant des problèmes subsistent :

- La masse indéterminée représente une grande partie de la masse totale mesurée par TEOM FDMS.
- La fraction organique (OM) est évaluée avec beaucoup d'incertitude
- Les analyses ne fournissent pas d'information sur les aérosols organiques primaires et secondaires.



Conclusions & perspectives

→ Conclusions sur les améliorations à donner aux mesures



Mieux caractériser les nitrates

Limitier les pertes sur les filtres durant et après la collecte

Réaliser des analyse bi-journalière en épisode pollué

Collecter les particules dans le mode $PM_{2.5}$ pour éviter le compte des coarse nitrates non pris en compte dans le modèle CHIMERE

Mieux caractériser la masse indéterminée

Passer les analyses chimiques en $PM_{2.5}$ pour s'affranchir des problèmes liés aux particules terrigènes

Si l'analyse est réalisée dans le mode coarse PM_{10} , il faut coupler l'analyse chimique à une pesée du filtre pour connaitre la masse totale réellement sur le filtre (qui peut être différente de la masse mesurée par TEOM FDMS)

Mieux caractériser la fraction organique

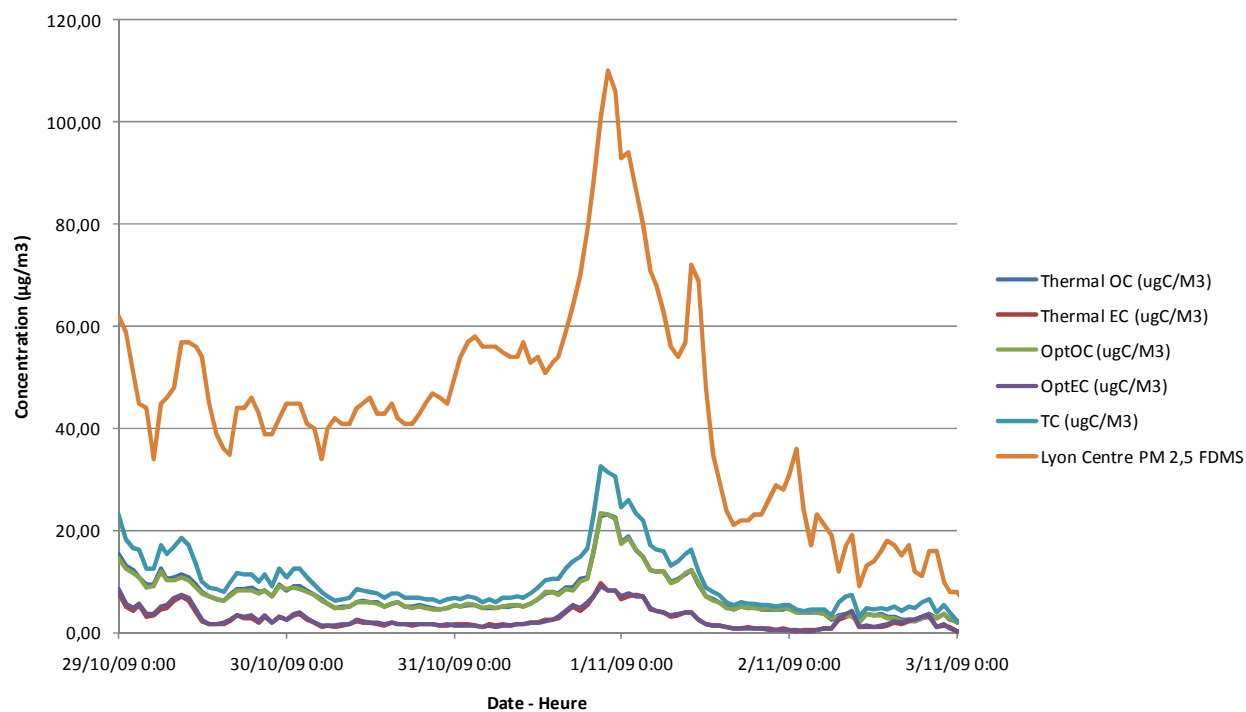
En évaluant les aérosols secondaires



→ D'autres mesures des fractions EC et OC des particules

Mesures de EC/OC online avec appareil Sunlab

Depuis octobre 2009, le site de Lyon centre est équipé d'un analyseur EC/OC Sunlab.



Pic de particule PM10 du 1^{er} novembre 2009 à Lyon centre



Merci de votre attention



www.atmo-rhonealpes.org

