

SÉMINAIRE TECHNIQUE LCSQA

JEUDI 7 AVRIL 2016 - PARIS

« BILAN DES ACTIVITÉS 2011-2015 & PERSPECTIVES »

Le programme CARA du dispositif national

Olivier Favez (INERIS)



Membres LCSQA impliqués:
INERIS & MD

Prog. CARA (Caractérisation chimique des particules)

Axe B.15 PNSQA : Accompagner les acteurs dans l'action en faveur de la qualité de l'air

Axe C.22 PNSQA : Organiser la communication pour faciliter l'action

Contexte :

- Mesures d'urgences et alertes
- Contentieux européen
- Amélioration des connaissances
- Elaboration et évaluation de plans d'actions
- Reporting EU
- Révision des normes et Directives

Objectifs des travaux :

- Composition chimique et sources de PM (épisodes de pollution & chronique, temps réel)
- Développer l'expertise en région
- Anticipation des normes et besoins
- Validation et optimisation des modèles
- Fluidifier les échanges de données et d'info.

Collaborations AASQA (2011-2015): *Atmo NPdC, Atmo Picardie, Atmo Champagne-Ardenne, Air Lorraine, ASPA, Air Normand, Airparif, Air Pays de la Loire, Atmo Poitou-Charentes, Air Rhône-Alpes, AIRAQ, ORAMIP, Air PACA, Qualit'Air Corse, ORA, MADININAIR*

Printemps 2007 - Observation d'importants pics de PM_{10}

- Les PM un mélange complexe !!!
- Besoin de mieux comprendre l'origine des pics

Dispositif CARA - Objectifs :

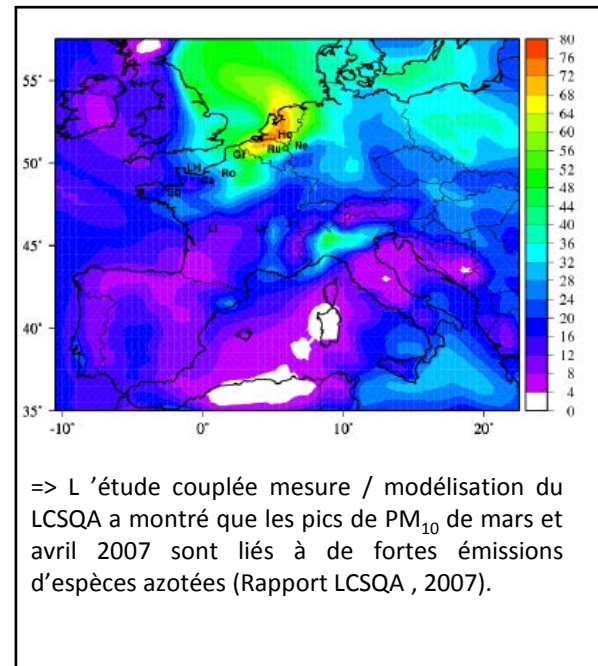
- Mieux documenter l'origine des PM_{10} lors des pics et des situations de fond en zone urbaine
- Améliorer les outils de la modélisation (modèles et cadastres des émissions)

Méthode :

- Mesurer la composition chimique des PM_{10} sur des sites et épisodes d'intérêts sur des filtres collectés par les AASQA
- Utilisation de méthodes de mesure harmonisées aux plans national et européen

Épisodes du printemps 2007

Simulation des concentrations en PM_{10} le 29 mars 2007 (modèle Chimère) :



Prélèvements sur filtres par
les AASQA
volontaires



Analyses chimiques,
en interne ou collaborations
(LSCE, LGGE, LCME, ...)

**Espèces
chimiques
majeures**



**Marqueurs de
sources**

Espèces chimiques majeures :

- Espèces carbonées: carbone suie et matière organique (EC/OC)
 - Ions (anions/cations):
 - espèces inorganiques secondaires: nitrate d'ammonium, sulfate d'ammonium
 - Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} ... : sels de mer
 - Ca^{2+} : dust (poussières minérales)
 - Métaux majeurs :
- Par exemple: Si, Al, Ti, Fe, Ca ... → dust

+

Indicateurs spécifiques

(traceurs de sources), ex :

- métaux (industrie, trafic, sols)
- composés organiques (combustions : lévoglucosan...)
- isotopes stables (composés azotés)



Modélisation

CHIMERE
Syst. PREV'AIR



Dispositif CARA en 2008-2009



Dispositif CARA en 2012-13

prélèvements (pseudo-)continu

prélèvements ponctuels

Sites « trafic »

sites ruraux nationaux PM_{2.5}Dispositif CARA en 2015 (mesures sur filtres PM₁₀)

prélèvements (pseudo-)continu

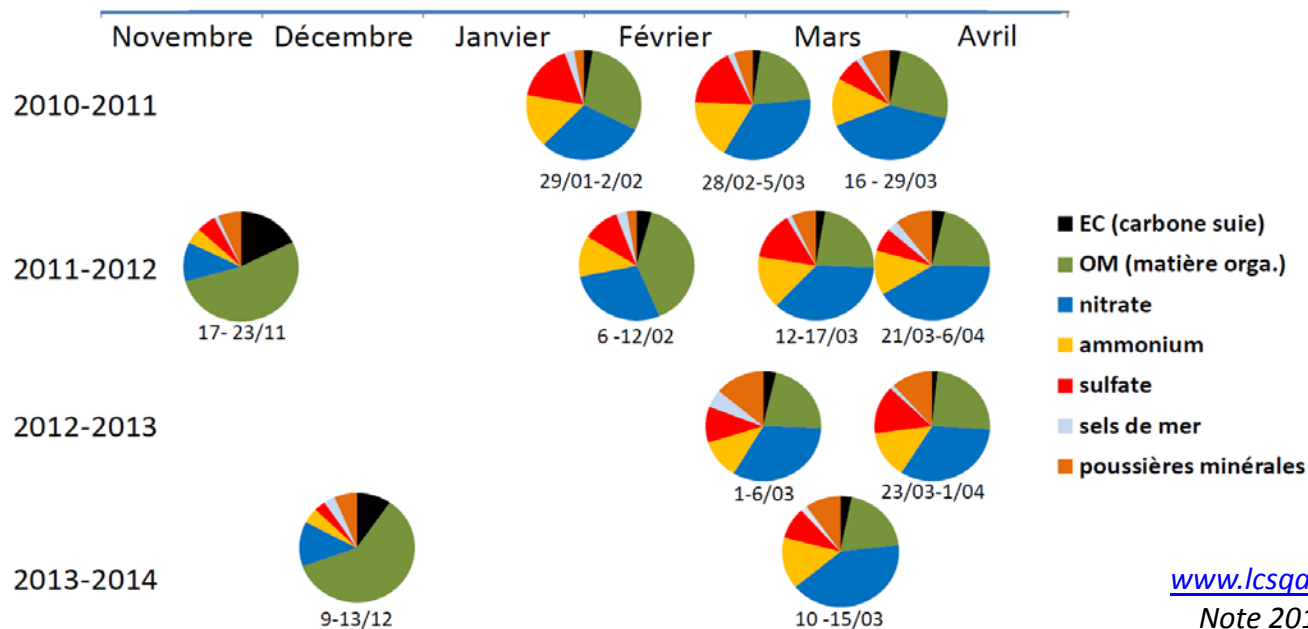
prélèvements ponctuels

Sites « trafic »



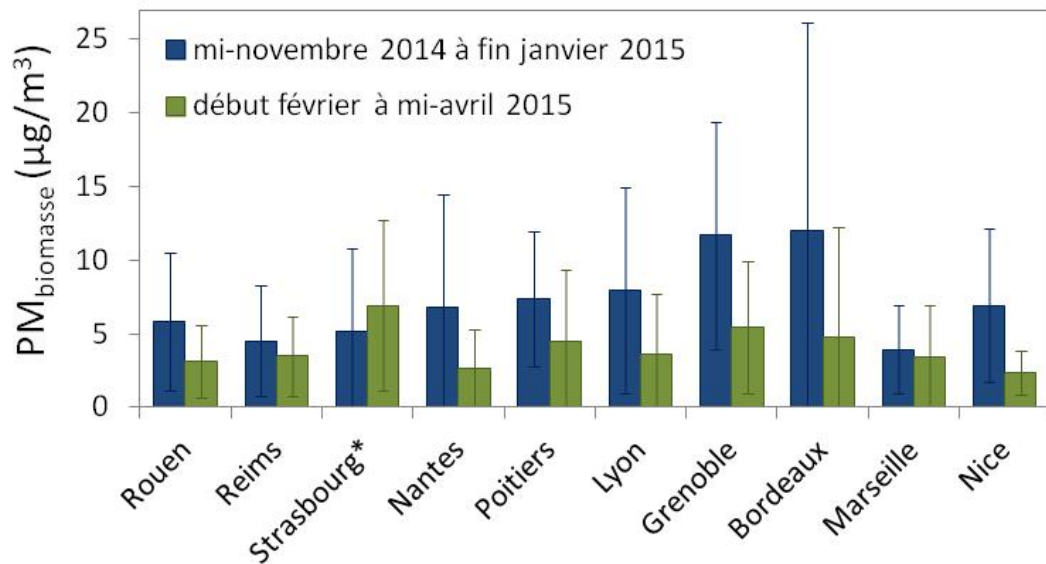
Exemple : variations temporelles des principaux épisodes de pollution (2010-2014)

Répartition des espèces chimiques majeures lors des 10 plus importants précédents épisodes de pollution particulaire (au moins 5 jours consécutifs présentant une moyenne globale en $PM_{10} > 50 \mu g/m^3$) à Petit-Quevilly (fond urbain, Air Normand):

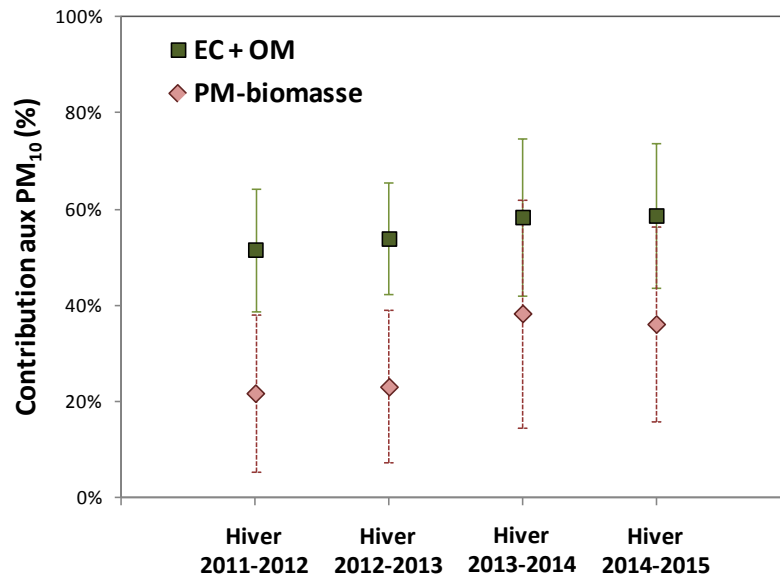


Exemple : utilisation du levoglucosan comme traceur de la source "combustion de biomasse"

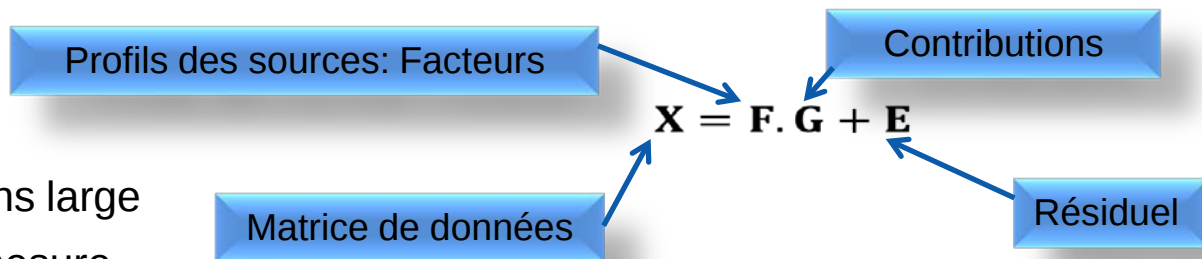
$$PM_{\text{biomasse}} = k \times \text{levoglucosan}$$



Moyennes et écart-types des concentrations de PM_{biomasse} obtenues sur chaque site pour le début et la fin de la période d'étude. * Pour Strasbourg, ces deux plages de temps correspondent respectivement à fin décembre 2014-fin janvier 2015 et début février-fin mars 2015.



Suivi interannuel de la contribution journalière moyenne ($\pm$ écart-type) de la fraction carbonée (EC + OM) et de PM_{biomasse} aux PM_{10} à Grenoble (Les Frênes, fond urbain)



- S'applique à un jeu d'échantillons large
- Utilisation des incertitudes de mesure
- Nécessité d'utiliser les bonnes espèces chimiques (traceurs / indicateurs)
- Développement des critères méthodologiques sur la robustesse de la méthode et la stabilité des solutions



Collaboration avec le JRC (+ autres experts scientifiques européens):

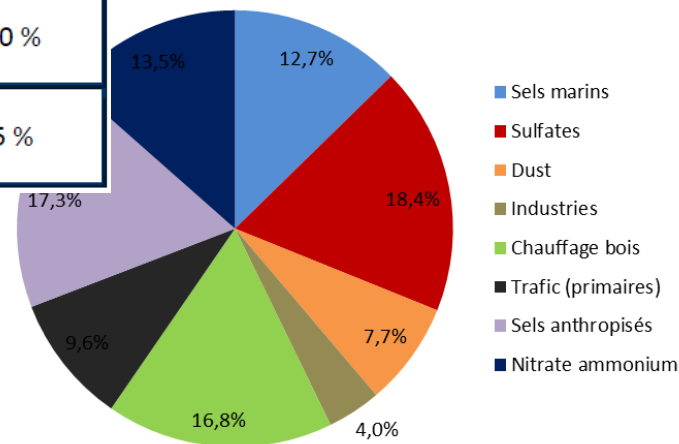
- Participations aux exercices d'intercomparaison
- Rédaction d'un guide méthodologique EU
- Normalisation (CEN/TC 264 WG44)

- Coût important: de l'ordre de 80 k€ / an / site

Exemple : Etude PMF sur la station de fond urbain de Talence (AIRAQ), 2012-2013

Contributions moyennes des principaux facteurs de sources

Les particules en suspension - PM10	Contribution directe PM issues du chauffage au bois	Contribution directe PM issues du trafic (primaires)	Contribution directe PM issues de l'industrie	Contribution aérosols secondaires	Contribution aérosols naturels
Moyenne annuelle	15-17 %	10 %	<5 %	~50 %	~20 %
Jours > 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (~10 % les plus pollués)	25-27 %	10 %	<5 %	~50 %	~10 %
Jours > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (information et alerte)	30-33 %	8 %	<5 %	~55 %	<5 %



www.airaq.asso.fr

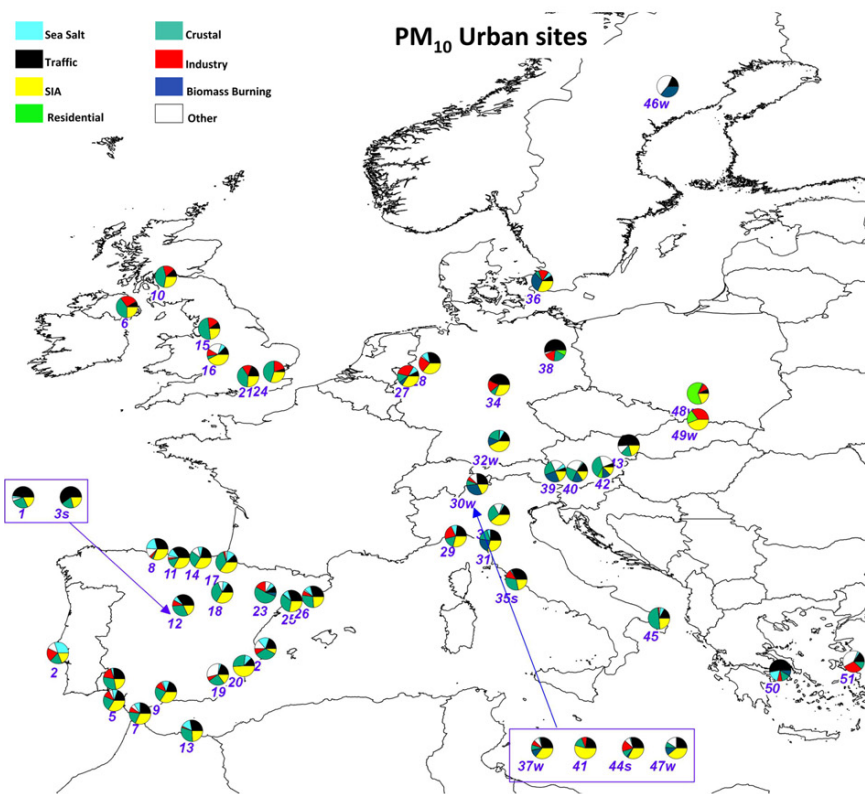
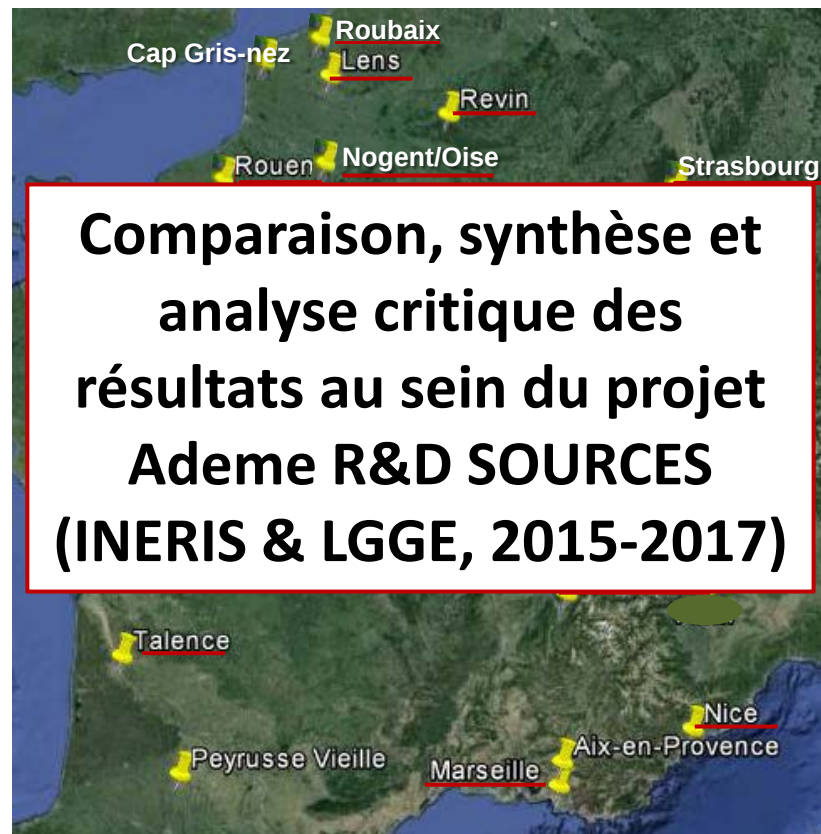
Rapport 2014

www.lcsqa.org

Rapport 2013

Avant 2011

2011-2015

Belis et al., *Atmos. Environ.*, 2013

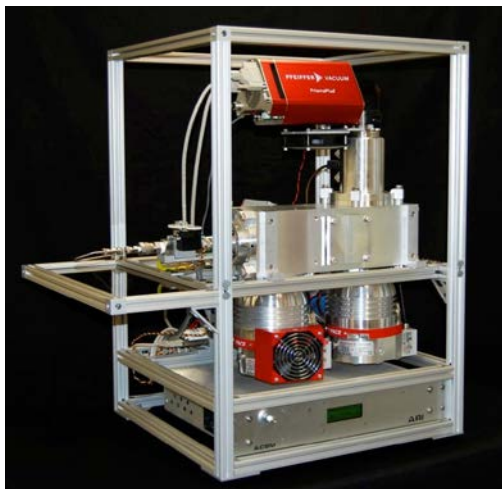
60% directement liés au prog. CARA

Analyse de la composition chimique en temps réel : l'AE33 et l'ACSM



L'**AE33** permet de déconvoluer les concentrations de Black Carbon selon:

$$BC = \underbrace{BC_{ff}}_{\text{Combustion de dérivés du pétrole}} + \underbrace{BC_{wb}}_{\text{Combustion de biomasse}}$$



L'Aerosol Chemical Speciation Monitor, **ACSM** (Aerodyne)

Spectromètre de masse dédié à la mesure en continu des aérosols non réfractaires ($T_{\text{vap}} < 600^\circ$) dans la fraction PM_1

OM, **NO₃⁻**, **SO₄²⁻**, **NH₄⁺**, **Cl⁻** (PM_1) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

www.lcsqa.org

Notes 2011, 2013 & 2014

Choix des sites à équiper = synergie entre besoins régionaux et nationaux:

- Mise en œuvre sur des sites fixes afin d'obtenir de longues séries temporelles (notion d'observatoires, suivi des plans d'action, potentialité d'études épidémiologiques)
- AE33 = info. sur les sources primaires de combustion → 20-30 sites de fond urbain (grandes aggro.)
- ACSM = info. également sur les espèces secondaires (plus homogènes spatialement) → 8-10 sites de fond (péri-)urbain représentatifs à l'échelle suprarégionale, suivi de plans d'action

A fin 2015:

AE33



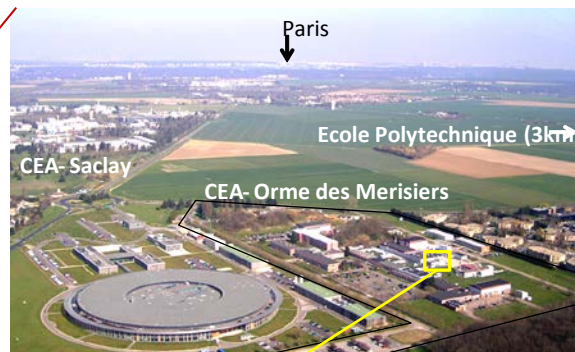
CARA

programmes
ADEME

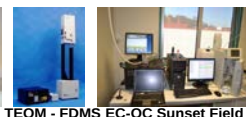
ACSM



ACTRIS = European Research Infrastructure for the observation of Aerosol, Clouds, and Trace gases



SMPS + OPC

TEOM - FDMS EC-OC Sunset Field
Inst. + PILS-ICNephelometers
+ Aethalometers

ACSM

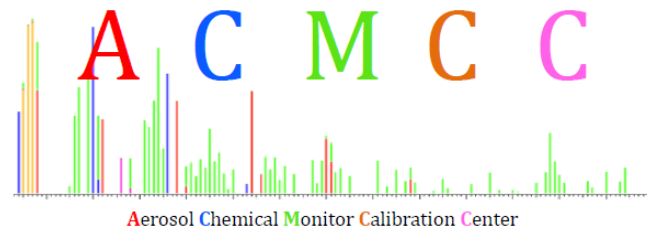


Filter chemistry NO, NO2, O3



PTR-MS & GC-FID

Mise en place d'un centre de calibration pour les ACSM



- ✓ Réalisation de campagnes d'inter-comparaison EU (fin 2013 et Printemps 2016)
- ✓ Optimisation des procédures de contrôle qualité (dont étalonnages)
- ✓ Formations et retours d'expérience
- ✓ Echanges avec le constructeur
- ✓ Tests de nouveaux matériels
- ✓ Accueil des AASQA

→ Mise à disposition de données (depuis 2011)

→ Evaluation du potentiel d'utilisation en AASQA

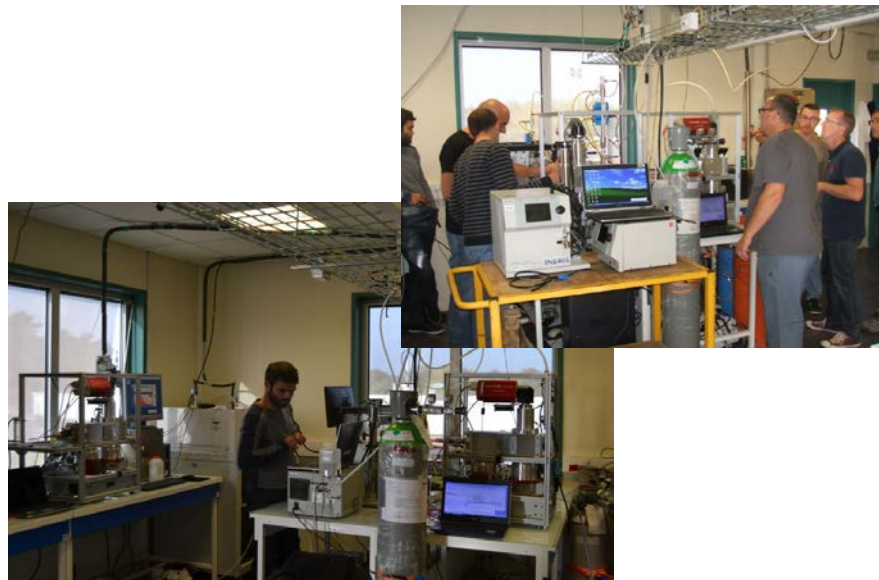
AE33 - Sept. 2014

Retours d'expérience, formation et CIL (18 inst.)



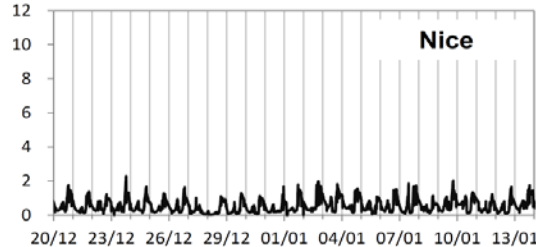
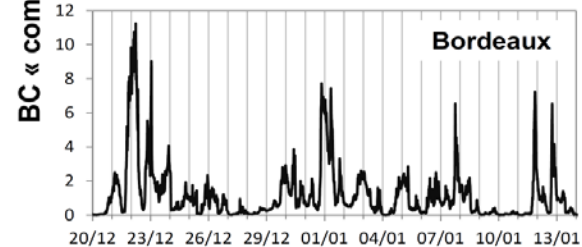
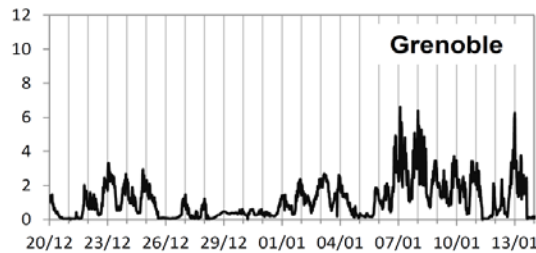
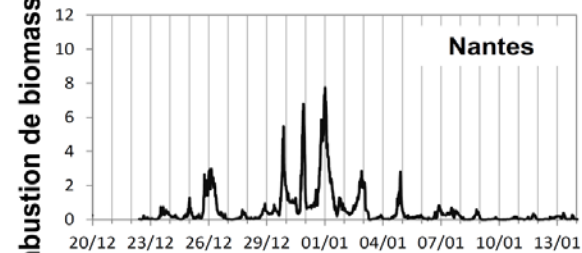
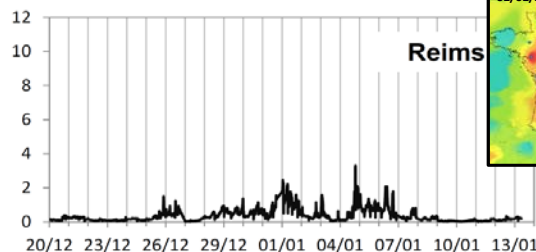
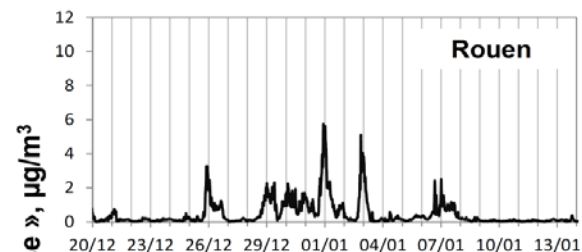
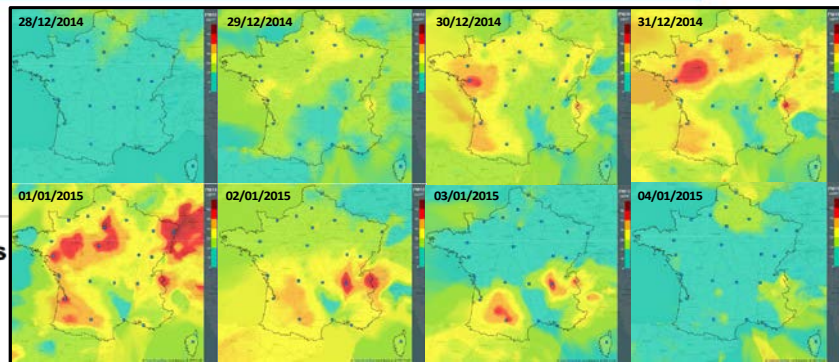
ACSM - Sept. 2014 & Nov. 2015

Formation et tests à réception (2 + 4 inst.)

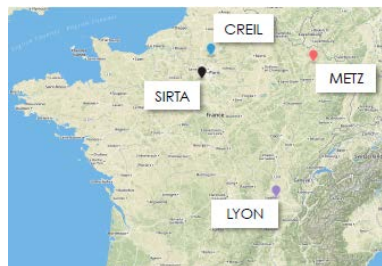


+ Création et animation d'un « groupe utilisateurs » pour chaque instrument: 1 ou 2 réunions par an, échange d'informations et questions/réponses par mails

AE33: suivi temporel de l'influence du chauffage résidentiel au bois lors de l'épisode de pollution de fin 2014 - début 2015

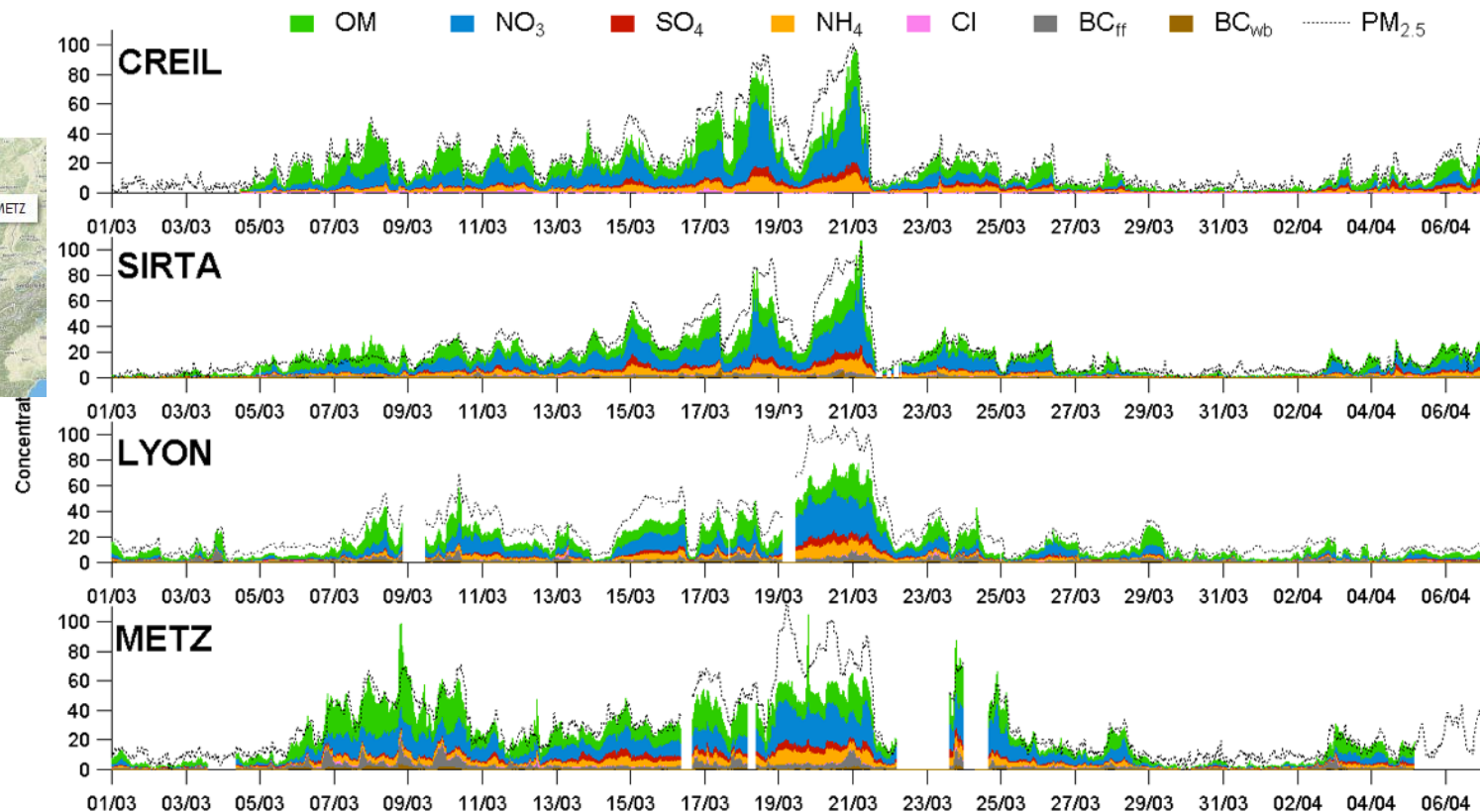


ACSM: suivi temporel & variations spatiales des espèces chimiques lors de l'épisode de pollution de mars 2015



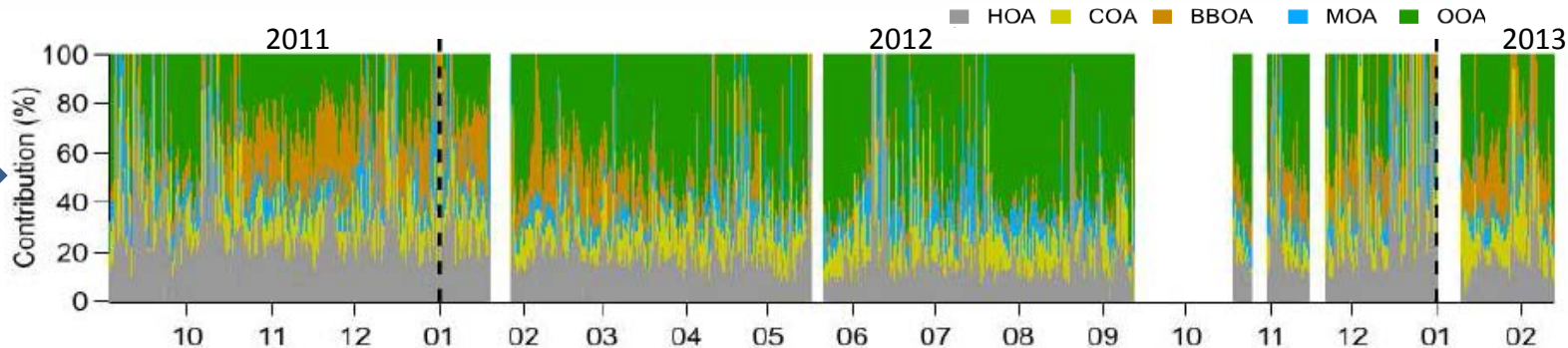
www.lcsqa.org

Note 2015



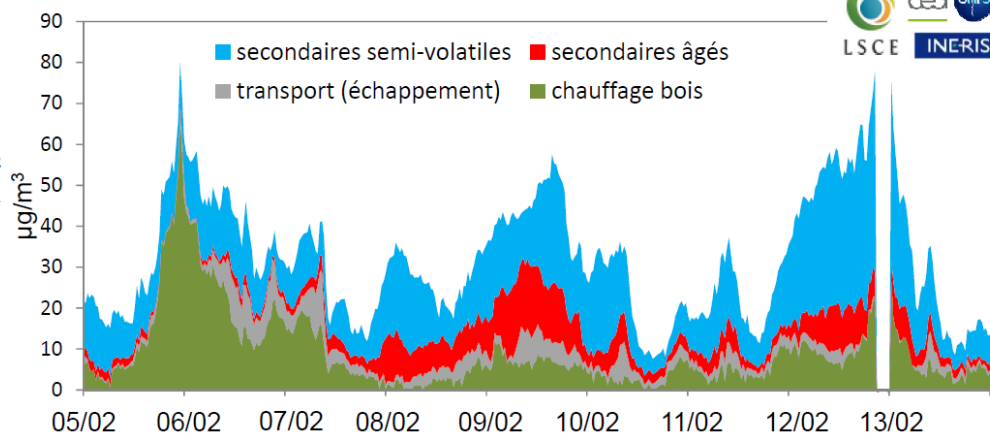


PMF



PMF²

Résultats thèse Jean-Eudes Petit (SIRTA):



2008

2015

Programme CARA du dispositif national



Filtres



PMF



AE33



ACSM



PMF en temps réel

Programme CARA

A pérenniser (PNSQA)

Des synergies à maintenir

- Documenter la nature des épisodes de pollution
- Identifier les principales sources de PM
- Développer les moyens de mesure et le QA/QC en région
- Anticiper les besoins et la réglementation
- Valider / optimiser des modèles numériques

Budgets de
recherche des
membres du
LCSQA : INERIS,
MD



Projet de recherche nationaux et européens (exemples)



EU Intecomp. JRC PMF

EU ACTRIS

ADEME CORTEA INACS

Primequal ZAPA Prequalif

ADEME R&D SOURCES

Optimisation & Evolution du dispositif de mesure

- Rationaliser la couverture géographique des prélèvements sur filtres / analyseurs automatiques,
- Renforcer la complémentarité et les synergies avec les infrastructures de recherche (échanges de données, co-gestion de stations, co-développement de méthodologies)
- Maintenir la veille technologique et, si pertinent et opérationnel, élargir la palette de polluants mesurés (e.g., traceurs organiques, analyseurs automatiques de métaux, MARGA, nouvelles générations d'ACSM).

Mise en œuvre d'outils de détermination des sources en temps quasi-réel

Mise à disposition des mesures automatiques pour l'amélioration des modèles

Mise à disposition de jeux de données pluri-annuels pour la réalisation d'études épidémiologiques

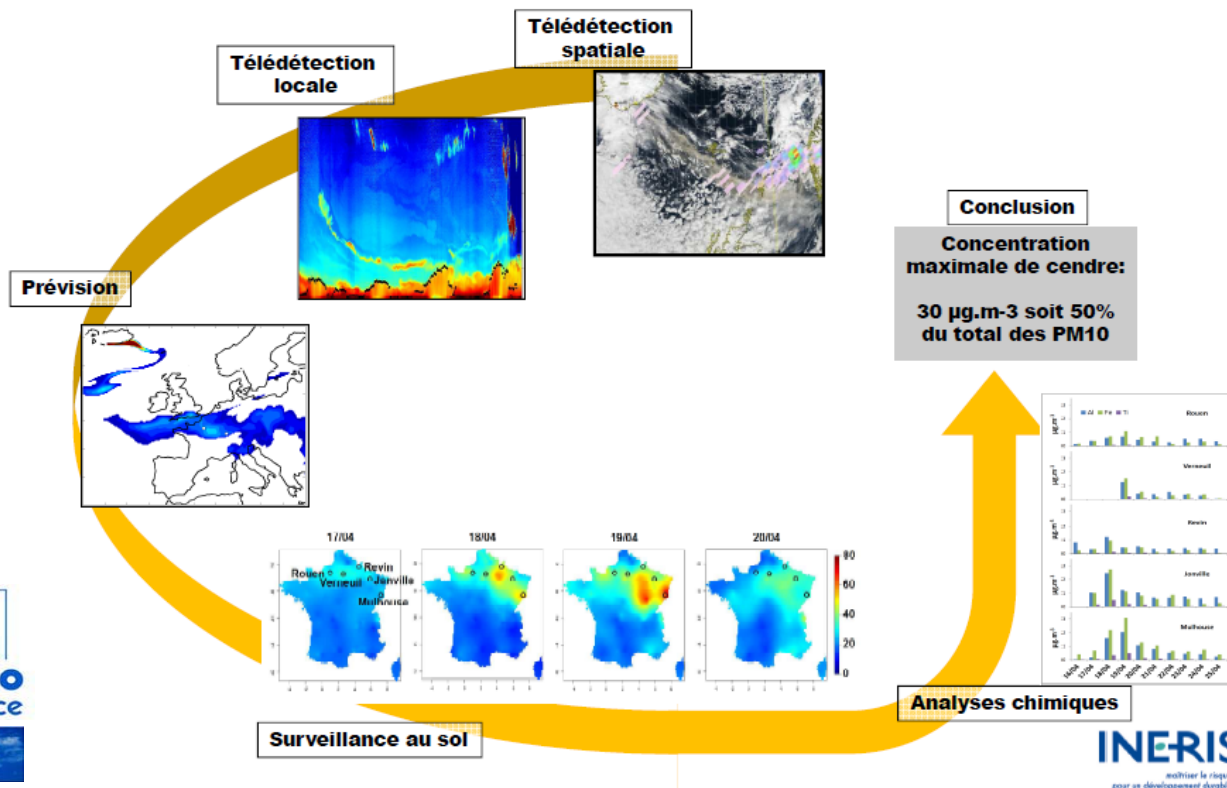
Merci de votre attention

Un grand merci :

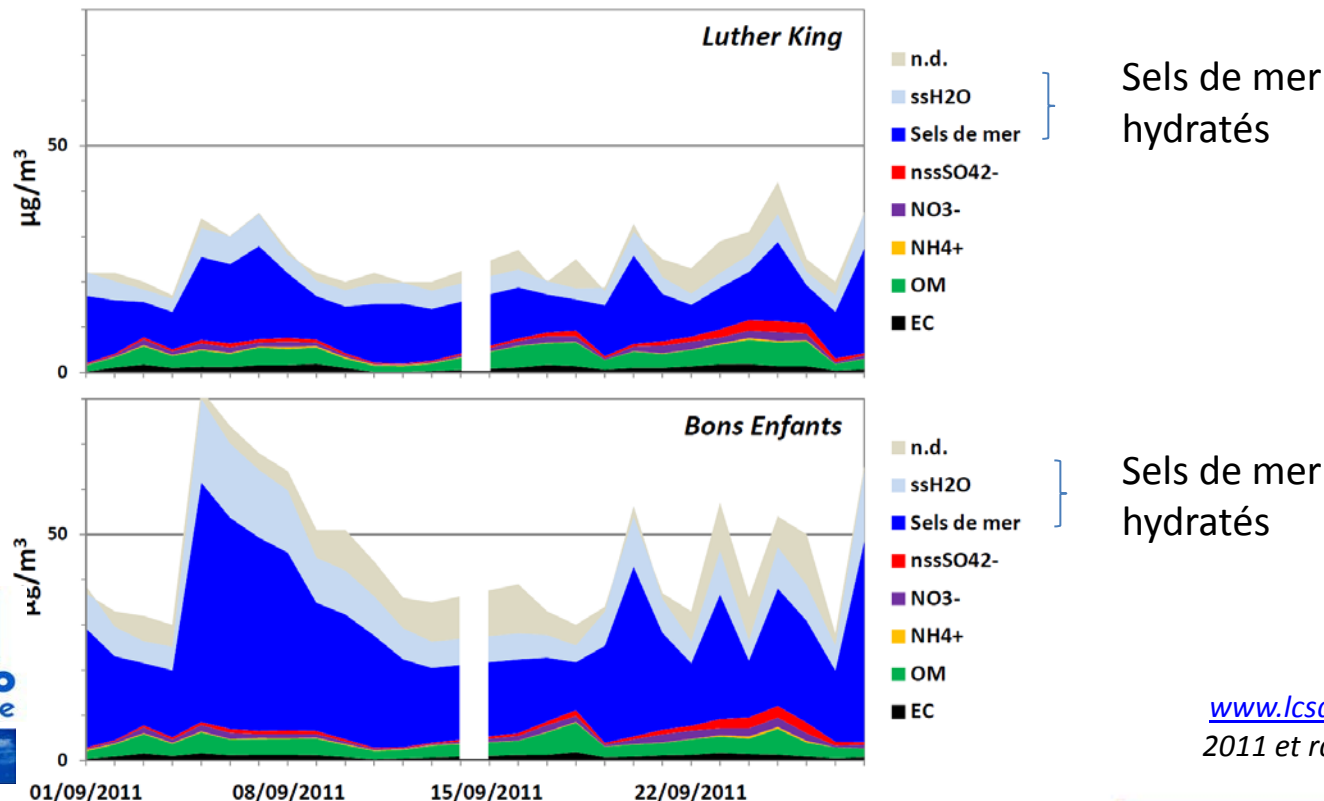
- aux équipes du LCSQA,
- aux AASQA
- aux laboratoires de recherche (dont LSCE, LGGE et LCME)
qui contribuent activement au programme CARA



Exemple 1: influence des émissions volcaniques islandaises de 2010



Exemple 2: influence des embruns marins à Saint Denis de la Réunion (2011-2012)



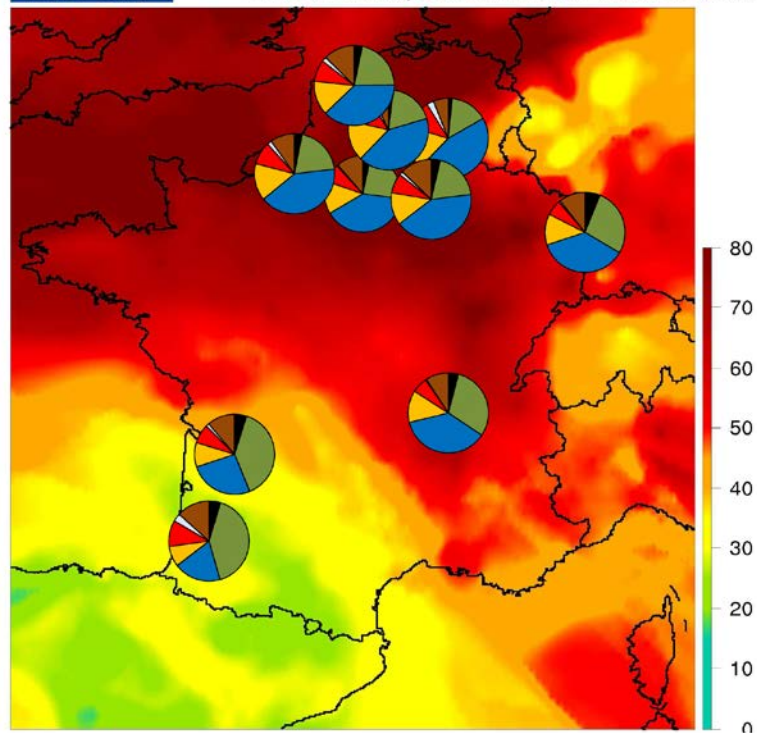
Exemple 3: variations spatiales lors des épisodes de pollution

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

PREV'AIR

Fond: carte analysée PM10 Prev'Air du 13 mars 2014

- poussières minérales
- sels marins
- sulfate
- ammonium
- nitrate
- matière organique
- carbone suie



Exemple 4: premières applications de la PMF à Rouen et Lens

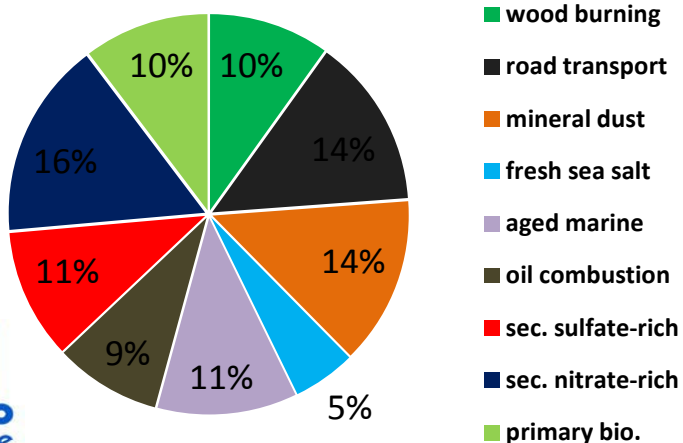
Applications – cas de Rouen et Lens (2010-2011, 2011-2012)

Prélèvements 1 jour sur 3 pendant 1 an

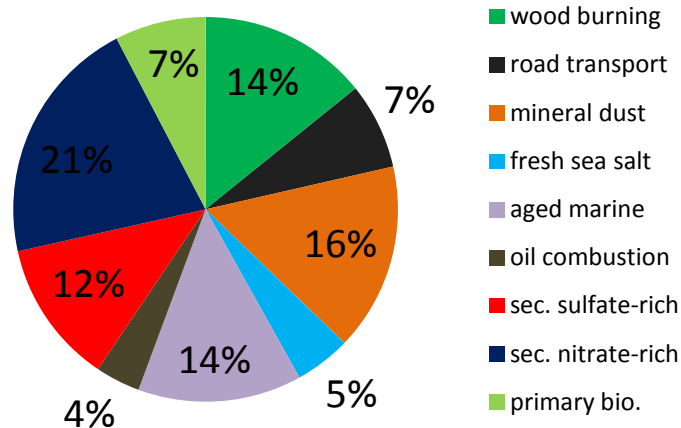
Outil: **PMF3** de US-EPA

Environ 40 espèces chimiques sélectionnées - Solution à 9 facteurs de « sources »

Rouen (oct. 2010 - oct. 2011)

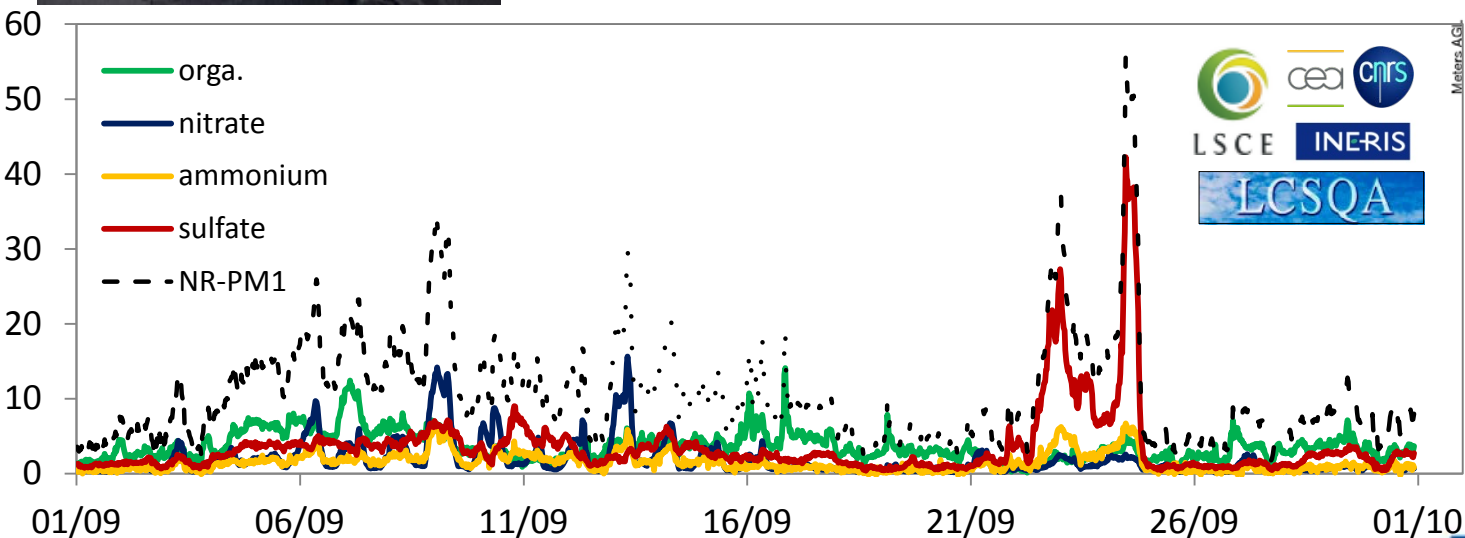


Lens (mars 2011 - mars 2012)

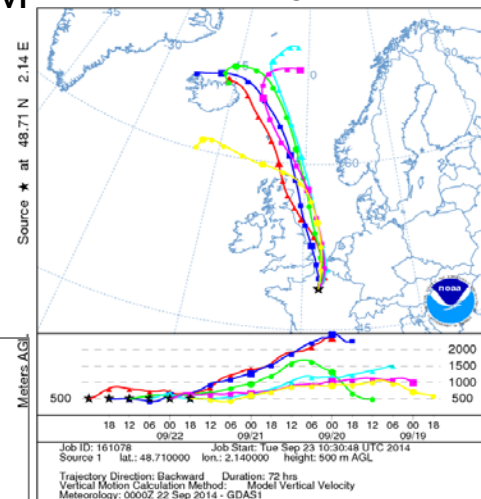


Contributions annuelles moyennes

Exemple 5: Septembre 2014 BARDARBUNGA suivi en temps réel ACSM



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0000 UTC 23 Sep 14
GDAS Meteorological Data



CIL & normalisation

- Participation aux intercomparaisons du JRC (
- Organisation en 2010 d'une comparaison interlaboratoire pour l'analyse d'EC/OC
- Organisation en 2013 d'une comparaison interlaboratoire pour l'analyse du lévoglucosan
- Participation du LCSQA aux travaux de normalisation européenne :
 - CEN WG34 « Guide pour le mesurage des anions et des cations dans la fraction $PM_{2.5}$ » qui va évoluer en norme en 2016
 - CEN WG35 « Guide pour le mesurage du carbone élémentaire (EC) et du carbone organique (OC) déposés sur filtre » qui va évoluer en norme en 2016
 - CEN WG44 «