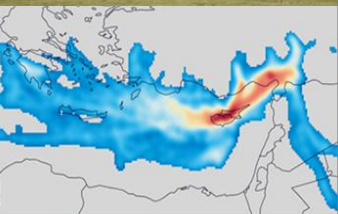




IMT Lille Douai  
École Mines-Télécom  
IMT-Université de Lille

**SAGE**  
Sciences de  
l'Atmosphère  
et Génie de  
l'Environnement



# ***Evaluation des sources à partir d'observations in-situ – Approches statistiques***

***S. Sauvage, O. Favez, N. Locoge, V. Gros, A. Baudic, T. Salameh, A. Borbon***

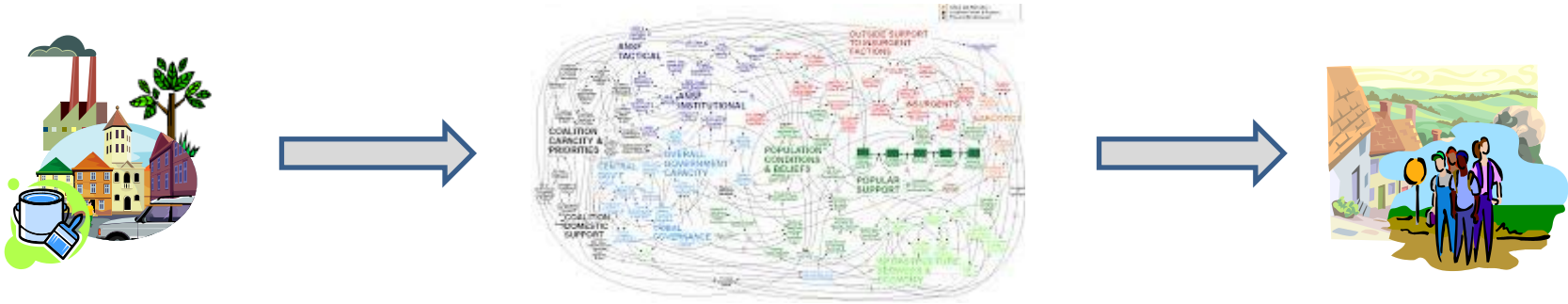


***Journée Modélisation de la qualité de l'air***

***Le 08 juin 2017***



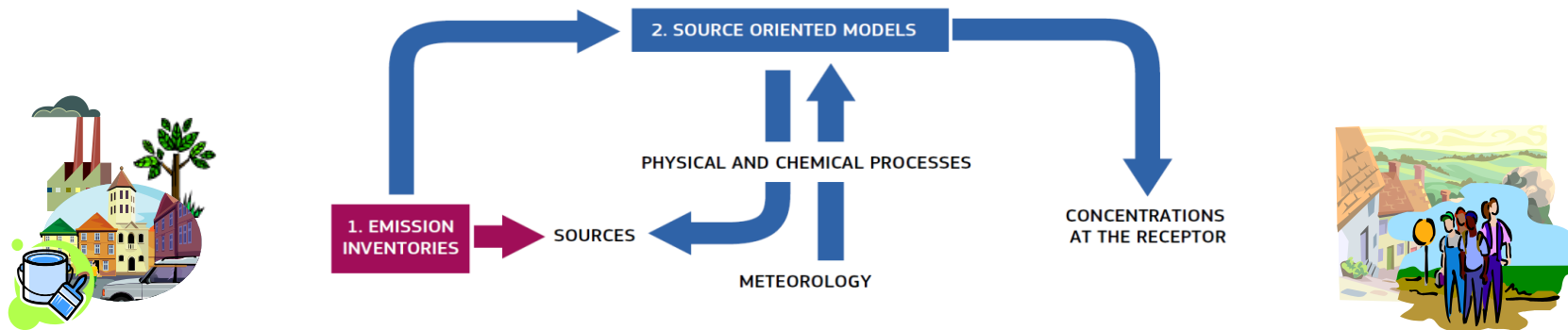
- Approche Récepteur-orientée – définition & principe
- Analyse bi-variée
- Modèles récepteurs
- Evaluation des sources de COV en urbain
- Sources de PM10 en région Haut de France
- Programme CARA



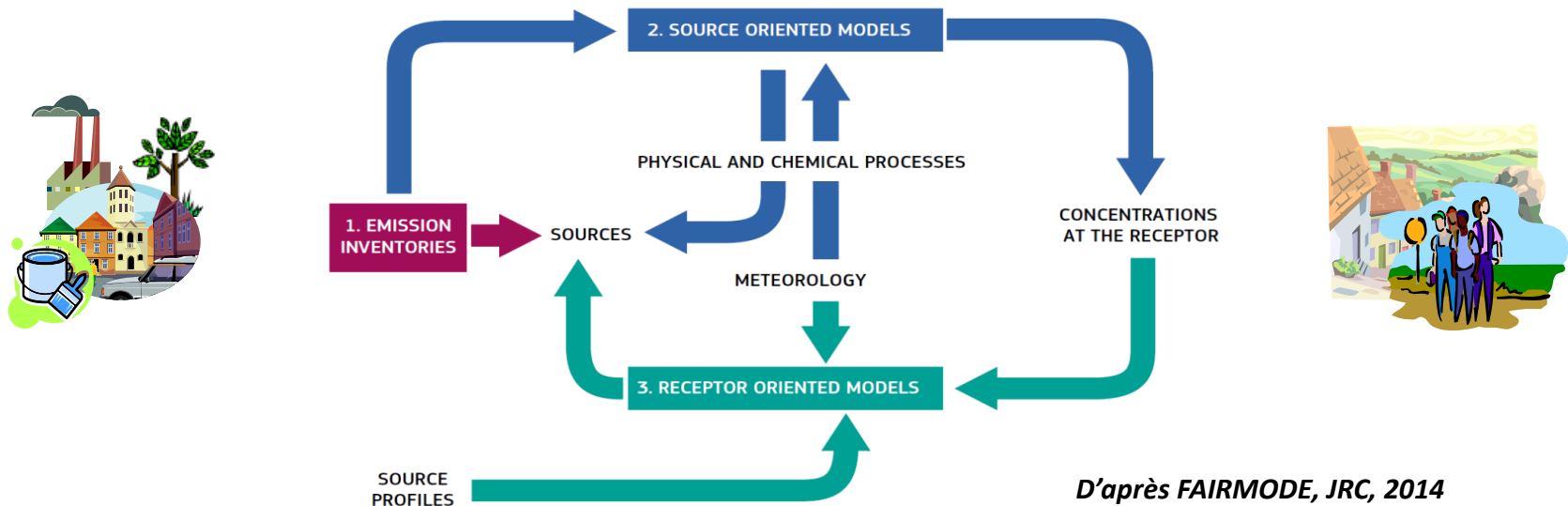
## Relations entre sources et récepteurs complexes, non linéaires

- Identification/attribution des Sources  $\Rightarrow$  incertitudes sur les inventaires ?
- Compréhension/Evolution des processus  $\Rightarrow$  Connaissance exhaustive ?

# Approches



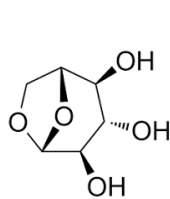
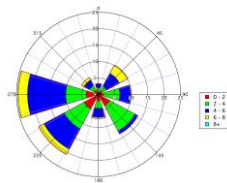
*D'après FAIRMODE, JRC, 2014*



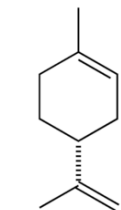
### Récepteur orientée

- approches **statistiques** (implicites)
- basée sur la mesure de la **composition chimique**
- peu de puissance de calcul
- **complémentaires**
- outil de management de la Qualité de l'air (US-EPA)
- Harmonisation, FAIRMODE/SA guidelines

⇒ mesure sur site(s) représentatif(s)



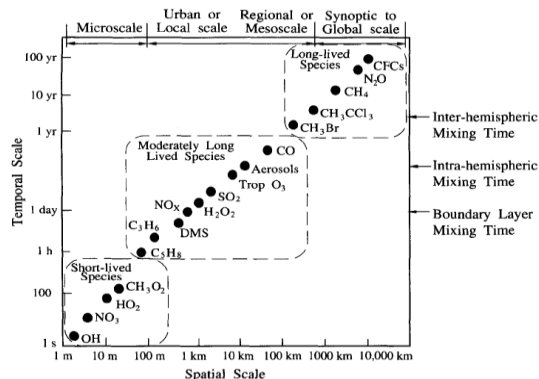
*levoglucosan*



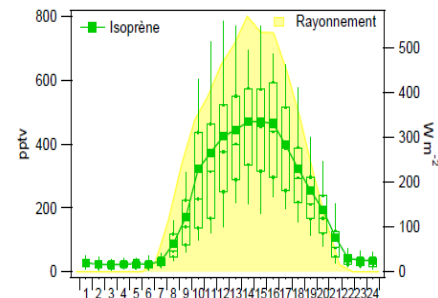
*Limonène (R)*

⇒ Traceurs spécifiques : développements analytiques

⇒ Variabilité temporelle (jour, semaine, saison) intensité des sources



Seinfeld and Pandis, book, 2006



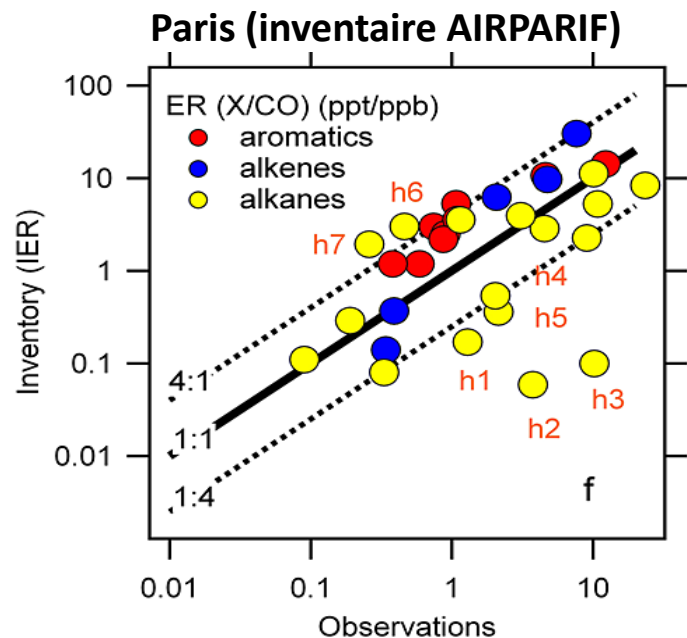
⇒ Appliquées aux PM, dépôts, gaz, inorganiques, organiques

⇒ Réactivité/durée de vie des espèces à considérer

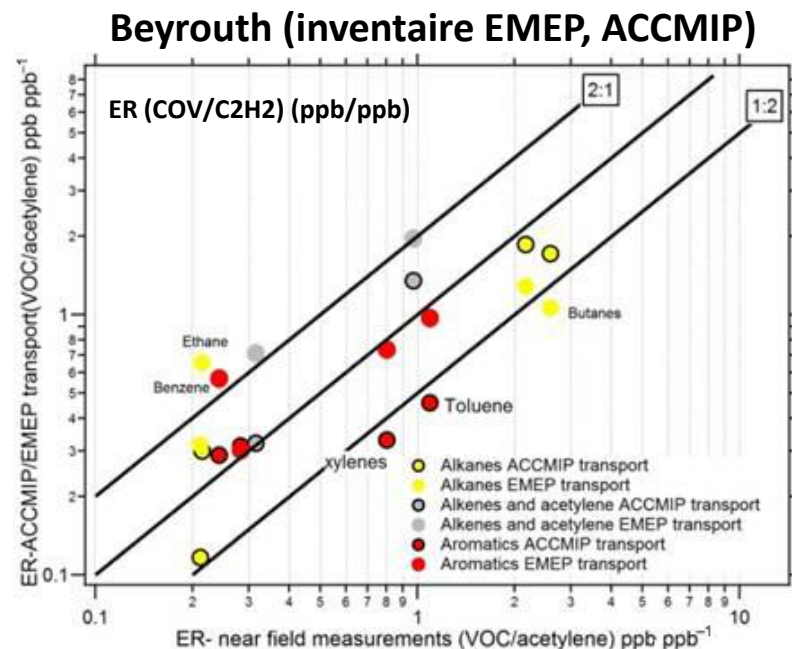
## ⇒ Evaluation/contrainte des inventaires d'émissions (Ratios à l'émission)

- À partir d'observations sur site récepteur ou en champs proche de sources
- Hypothèses : Trafic source majeure, considération de la photochimie

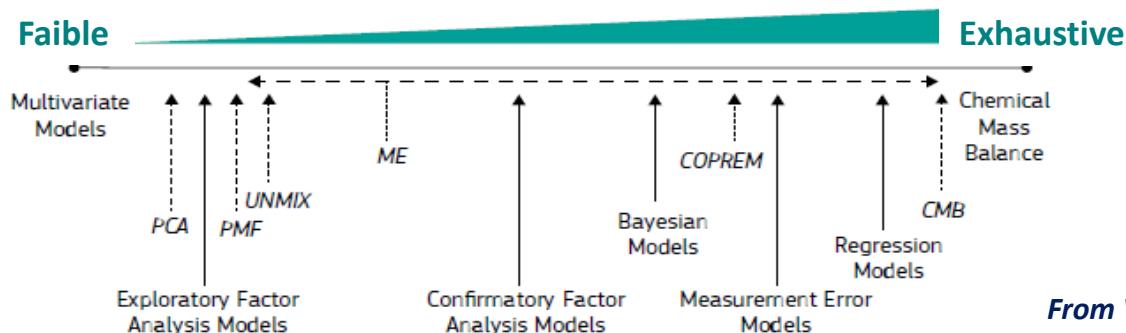
Ex : **Composés Organiques Volatils (COV)**



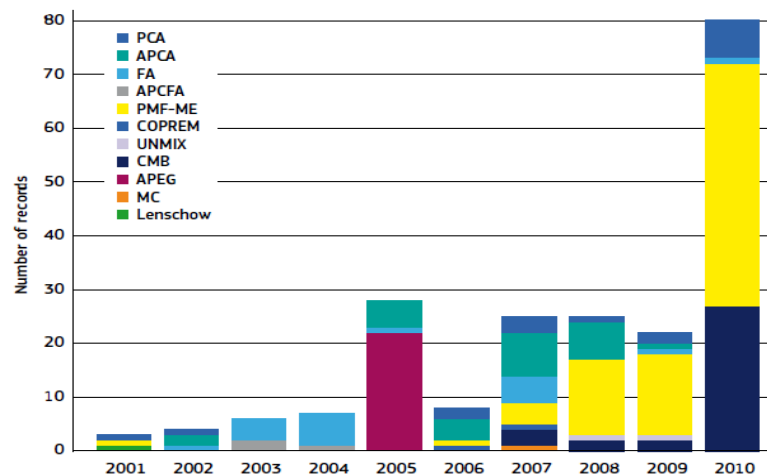
*Borbon et al, ACP, 2013*



*Salameh et al, ACP, 2017*

Connaissance à priori des sources

## Etudes Modèles Récepteurs en Europe

*From Karagulian and Belis, 2012*

$$x_{i,j} = \sum_{k=1}^p g_{i,k} f_{k,j} + e_{i,j}$$

- $X_{ij}$  concentration de l'espèce  $j$  de l'échantillon  $i$
- $G_{ik}$  contribution du facteur  $k$  pour l'échantillon  $i$
- $f_{kj}$  concentration de l'espèce  $j$  pour la source  $k$
- $e_{ij}$  le résidu

**(X)**  $\mu\text{g.m}^{-3}$

	species #1	species #2	species #3	.....m
12/09/14	1.21	0.23	0.45	.....
13/09/14	1.45	0.35	0.36	.....
14/09/14	1.19	0.15	0.64	.....
..n...	.....	....	.....	.....

**Observations composition chimique sur site**

**(F)**

	Species #1	Species #2	Species #3	.....m
F1	0.85	0.04	0.03	.....
F2	0.05	0.75	0.45	.....
F3	0.07	0.02	0.64	.....
..p..	.....	....	.....	.....

**Composition des facteurs  $\Leftrightarrow$  profils de source**

**(G)**  $\mu\text{g.m}^{-3}$

	F1	F2	F3	.....p
12/09/14	1.65	0.85	0.38	.....
15/09/14	1.15	0.75	0.23	.....
19/09/14	1.35	0.93	0.78	.....
..n....	.....	....	.....	.....

**Variation temporelle des contribution de facteurs**

+ matrice  $S_{ij}$  (incertitudes) dans le cas du **PMF**



Thèse A. Baudic, LSCE

EU-FP7 MEGAPOLI, PRIMEQUAL-FRANCIPOLE

**COV :**

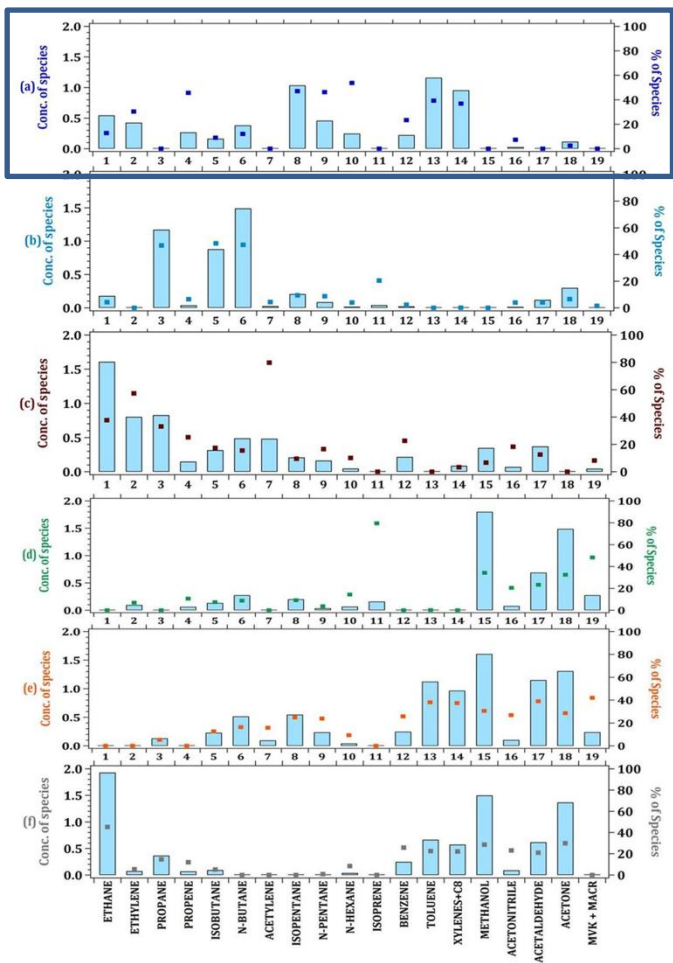
- primaires, secondaires,
- anthropiques, biogéniques,
- réactifs
- précurseurs d'O<sub>3</sub> et d'AOS



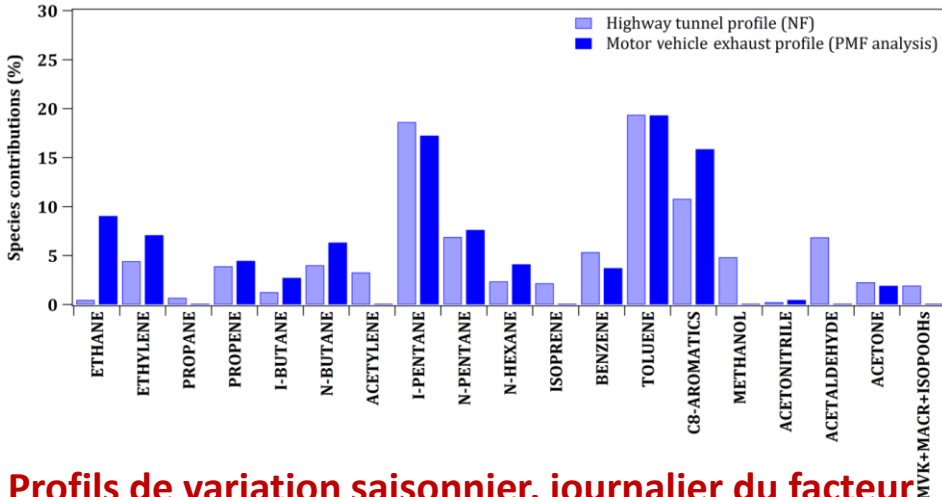
Mesures TD/GC/FID/MS et PTR-MS sur 2 sites  
Bases de données combinées : **19 COV x 6445 obs**  
Janvier à novembre 2010

+ profils chimiques à la source (tunnel, feu de bois, gaz de ville)

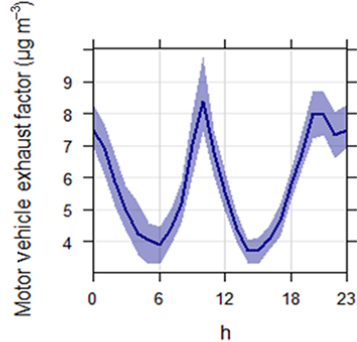
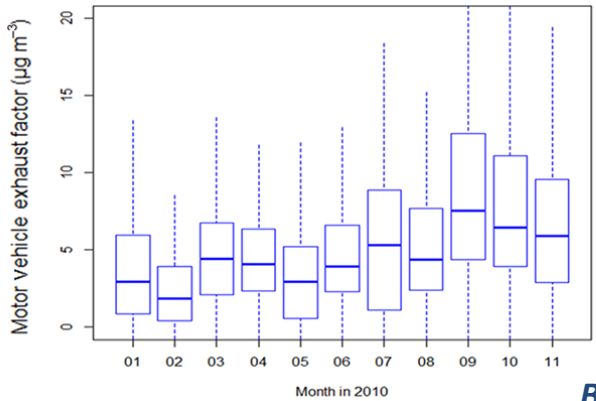
6 facteurs PMF distincts



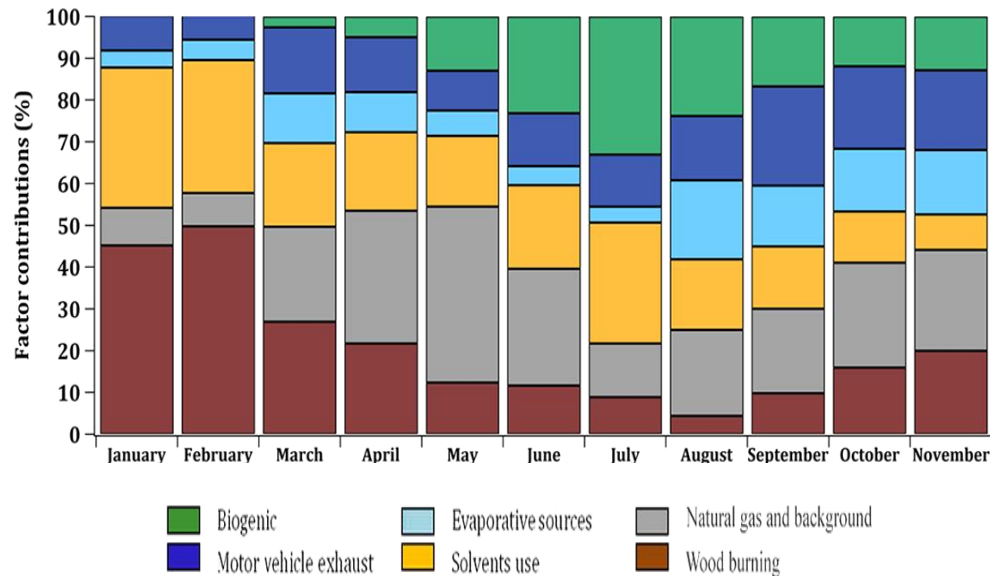
Facteur PMF vs Profil de source : Echappement véhicules



Profils de variation saisonnier, journalier du facteur



## Variation mensuelle des contributions relatives de facteurs modélisés



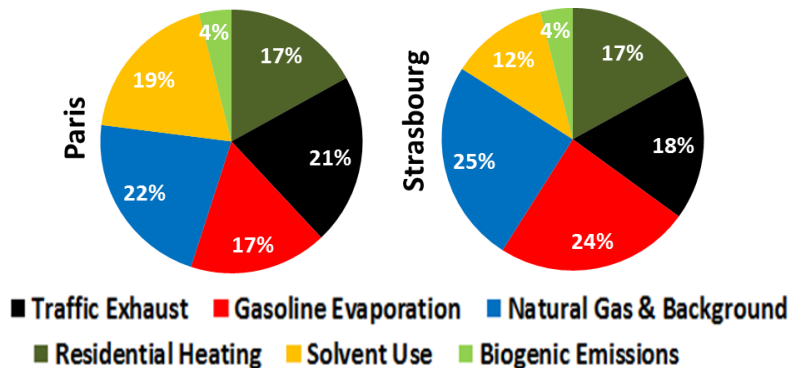
## Comparaison à l'inventaire IdF

	PMF	Inventaire AIRPARIF <u>2010</u>
Trafic (evap)	31% (12%)	37% (4%)
Solvant	25%	30%
Chauffage bois	19%	20%



## Représentativité spatio-temporelle ?

NMHCs, horaire, 2005-2013  
« Rolling PMF » année par année

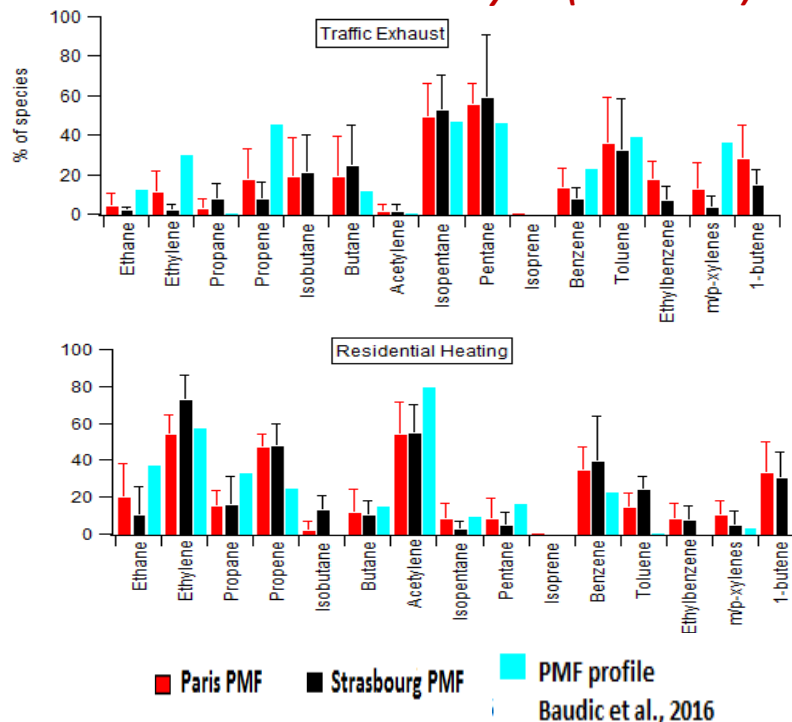


*Contributions relatives moyennes (2005-2013)*

- ✓ Cohérence des profils de sources
- ✓ Evolutions interannuelles

- ✓ Tendances compositions/contributions
- ✓ Comparaison inventaire EMEP (☹ solvants/trafic)

## Facteurs modélisés moyens (2005-2013)



## Objectifs ChArMEx

- Caractérisation de la pollution atmosphérique présente et future
- Impacts Santé, climat, biogéochimie



2014-2015

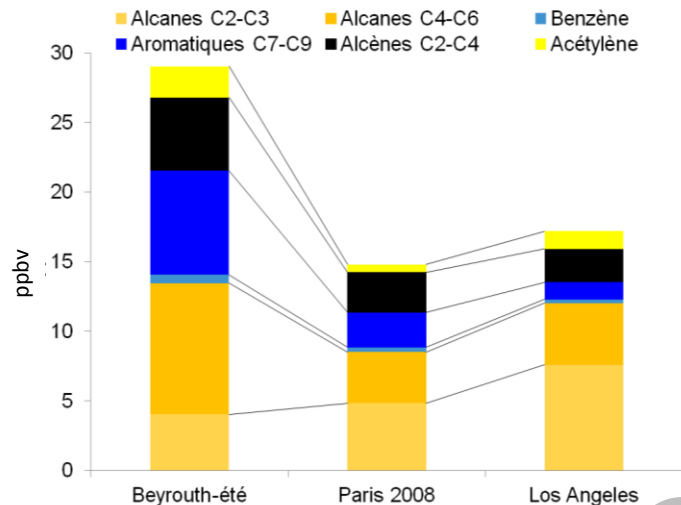
2011-2012

2017-2018

⇒ Evaluation des inventaires d'émission, Variabilité spatiale de la composition des sources

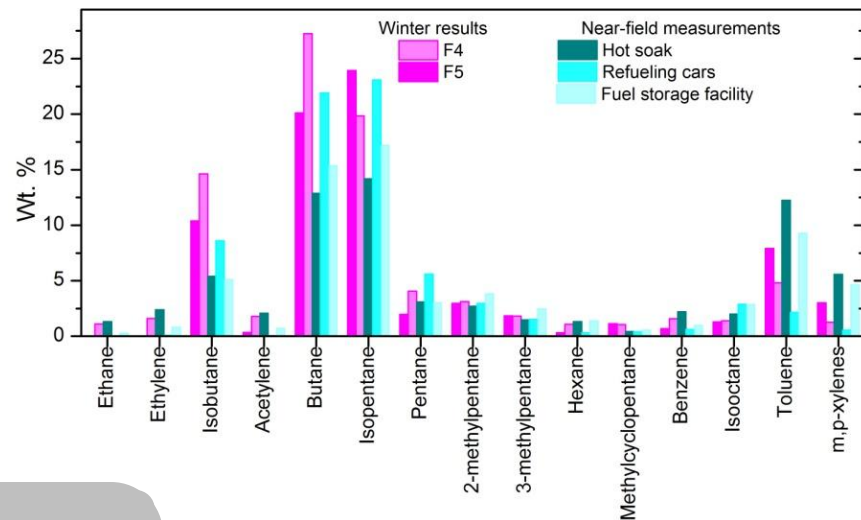
⇒ Echelle régionale : Contribution des sources naturelles versus anthropiques

été 2011, hiver 2012, Beyrouth, Liban  
120 COVs, Thèse T. Salameh 2011-2014



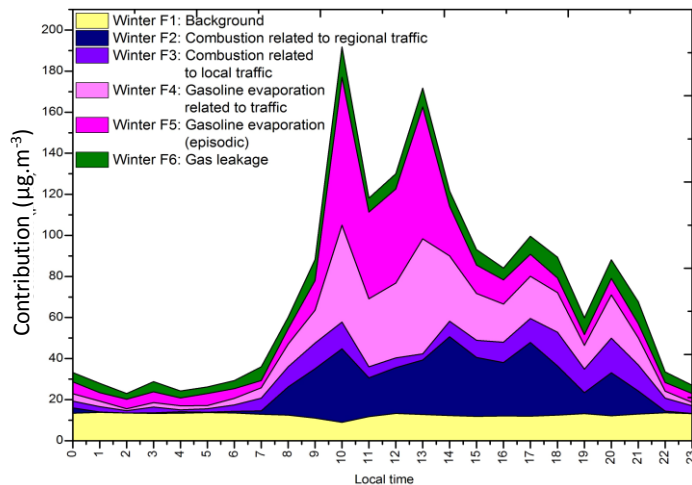
*Salameh et al, Env. Chem. 2015*

- ⇒ Niveaux élevés  
alcanes, aromatiques
- ⇒ Mesures champs proches  
Profils chimiques 7 sources
- ⇒ PMF(obs), 6 facteurs

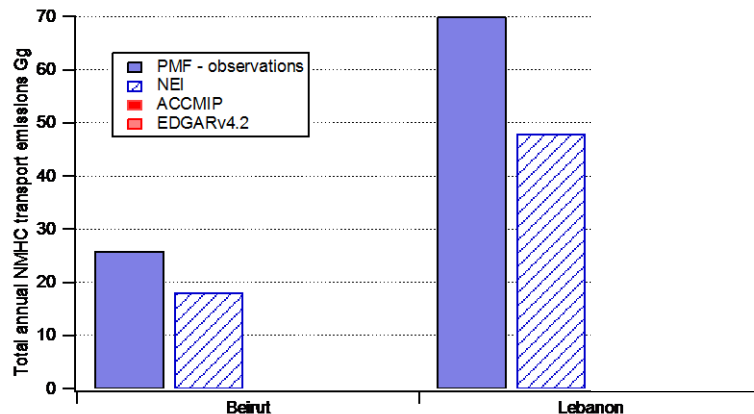


*Salameh et al, Env. Sci. Pol. Res., 2014*

été 2011, hiver 2012, Beyrouth, Liban  
120 VOCs, Thèse T. Salameh 2011-2014



$$\text{NMHC} = \text{ratio (NMHC/CO)}_{\text{ECOCEM}} \times Q_{\text{CO inventory}}$$



⇒ Répartition des sources : fond, régionales, locales

⇒ **Trafic** : 51% hiver, 74% été

⇒ Ecart **acceptable** inventaire national

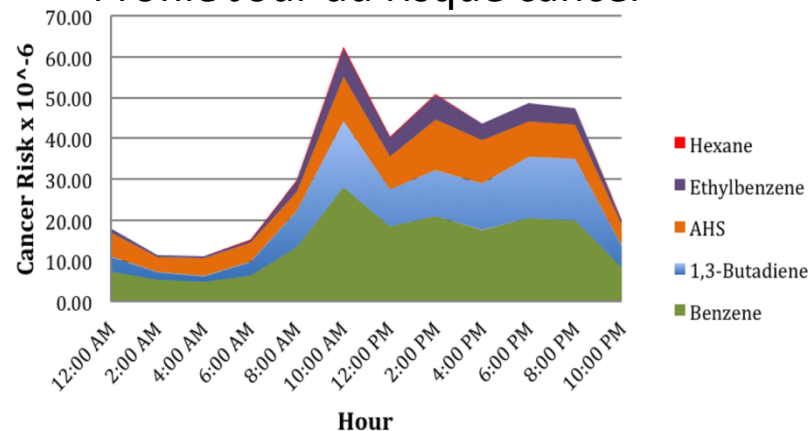
⇒ **Désaccord** important inventaires globaux

*Salameh et al, ACP, 2016a*

été 2011, hiver 2012, Beyrouth, Liban  
120 VOCs, Thèse T. Salameh 2011-2014



### Profile Jour du risque cancer



⇒ Répartition des sources : fond, régionales, locales

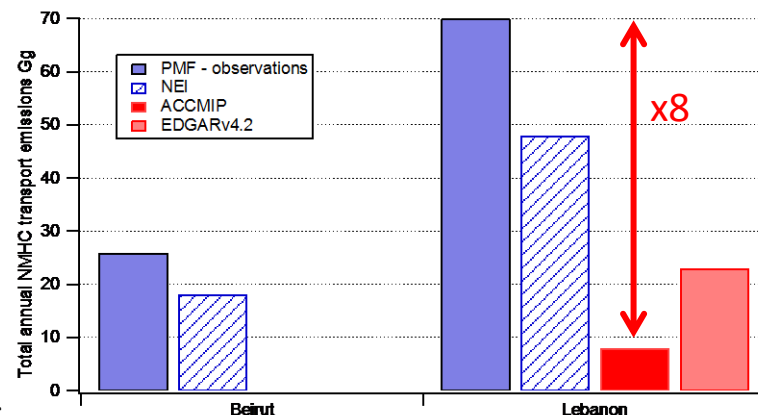
⇒ **Traffic** : 51% hiver, 74% été

⇒ Ecart **acceptable inventaire national**

⇒ **Désaccord** important **inventaires globaux**

⇒ Evaluation du **risque santé**

$$\text{NMHC} = \text{ratio (NMHC/CO)}_{\text{ECOCEM}} \times Q_{\text{CO inventory}}$$



*Salameh et al, ACP, 2016a*

*Dhaini et al, Env. Sci. Pol. Res., 2017*

Thèse D. Oliveira, 2017



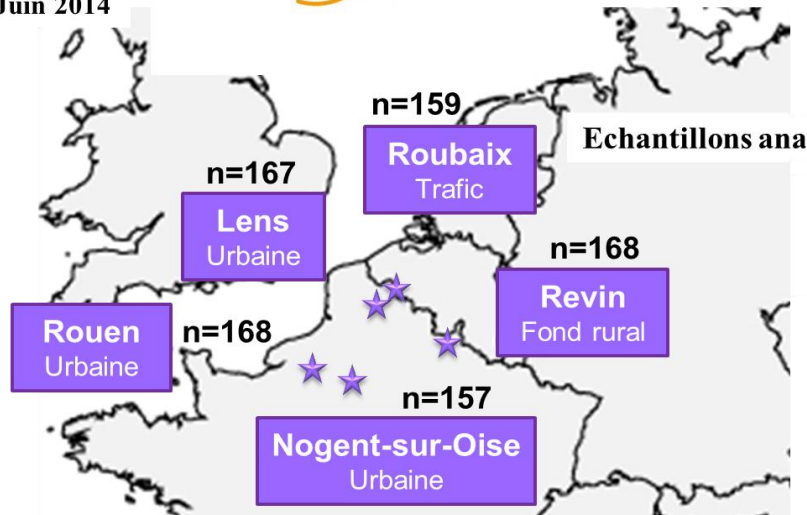
Programme CARA

Janvier 2013 – Juin 2014

Prélèvements journaliers de PM<sub>10</sub>



LSCE



## Spéciation chimique des PM<sub>10</sub>

- Fraction carbonatée
- Sucres
- Métaux
- Inorganiques majeurs

170 obs x 35 variables

➤ **Modèle (PMF5, US EPA) ⇒ 11 facteurs**

**Sources Anthropiques**

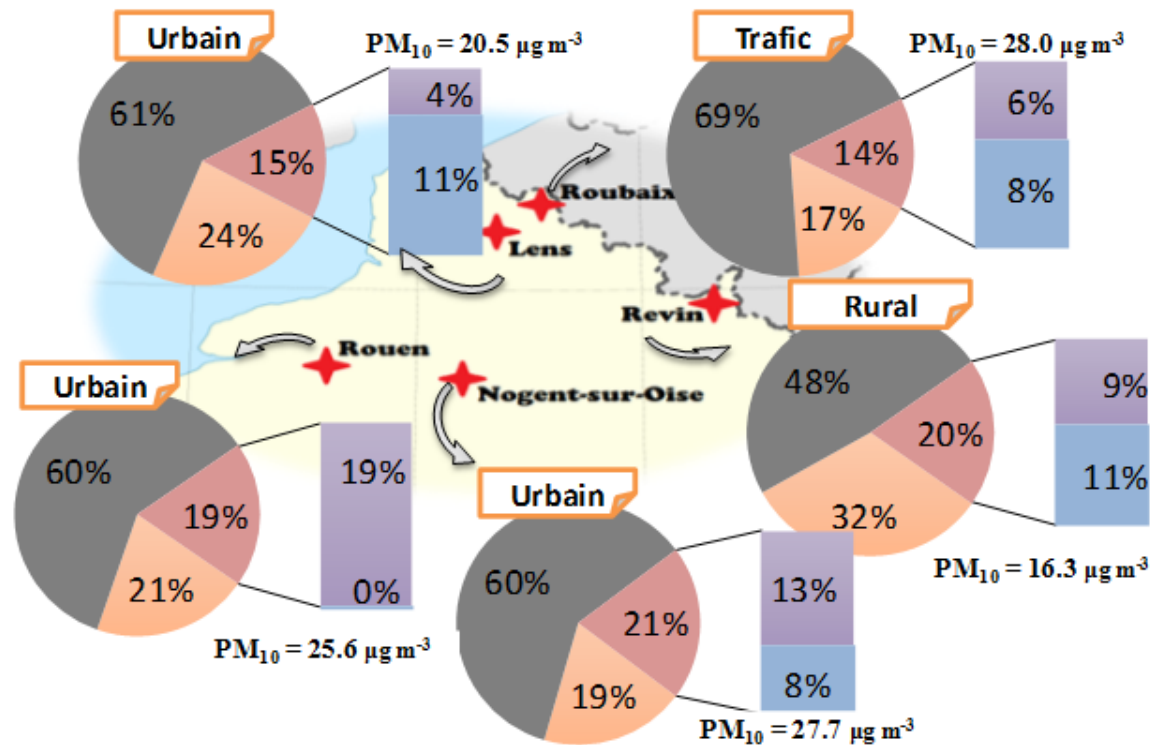
- ✓ Traffic primaire
- ✓ Combustion biomasse
- ✓ Riche en sulfate
- ✓ Riche en nitrate
- ✓ Resuspension

**Sources Naturelles**

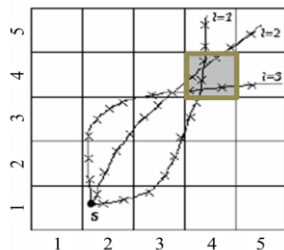
- ✓ Biogénique terrestre
- ✓ Biogénique marin
- ✓ Marin frais
- ✓ Crustale

**Mixtes?**

- ✓ Riche en oxalate
- ✓ Marin vieilli



- Contribution en accord avec typologies des stations
- Marqueurs spécifiques à certaines sources (oxalate, MSA, Polyols)
- Prédominance des sources anthropiques



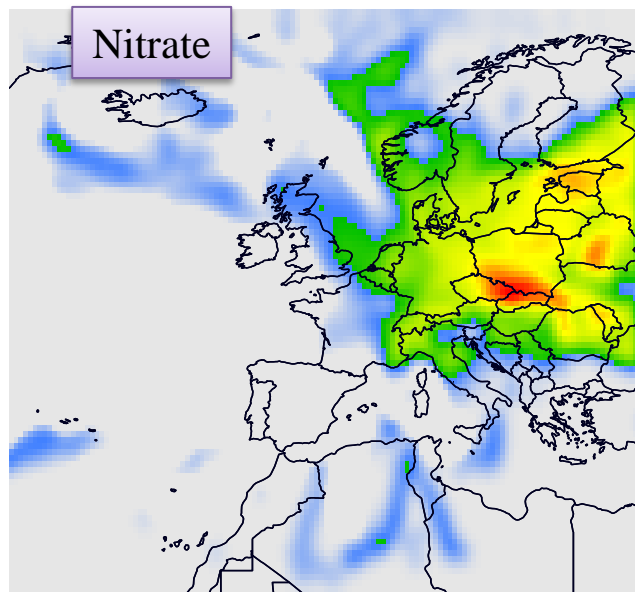
- Analyse du temps de séjour des rétro-trajectoires de masses d'air se finissant sur le site de mesure

### Modèle statistique Concentration Field

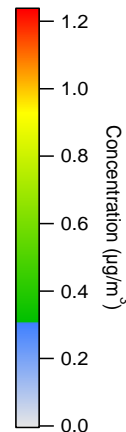
(Seibert, 1994; Charron et al., 2000; Lupu and Maenhaut, 2002)



**Sites d'observations**

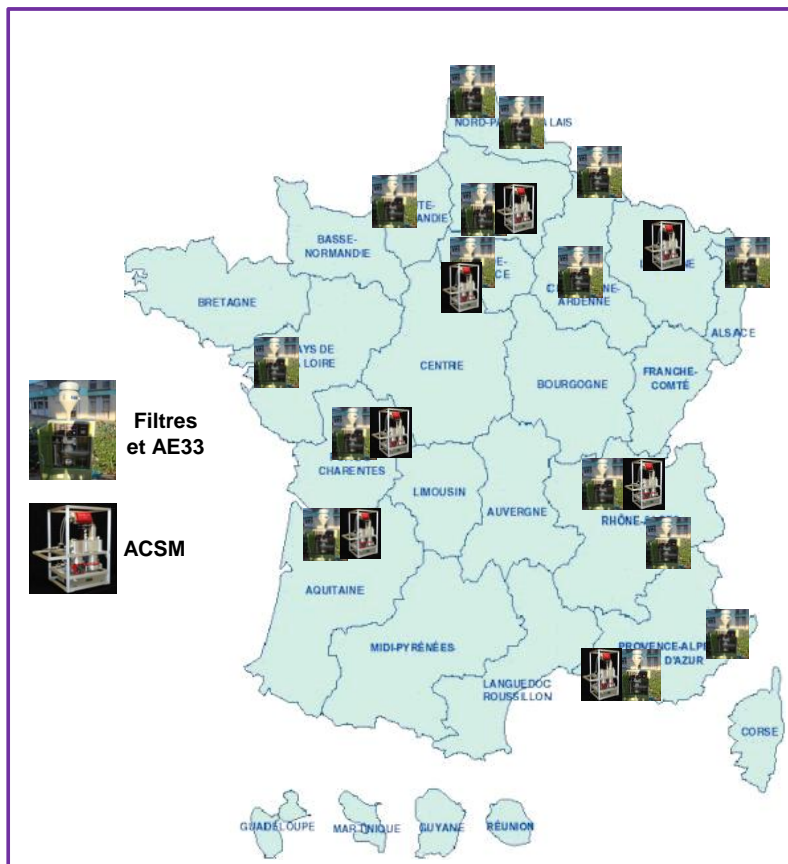


- 3 day back-trajectories calculated from HYSPLIT4 at 500m – 8 per day
- Trajectory cut-off
  - 2000m altitude
  - 1mm of rainfall

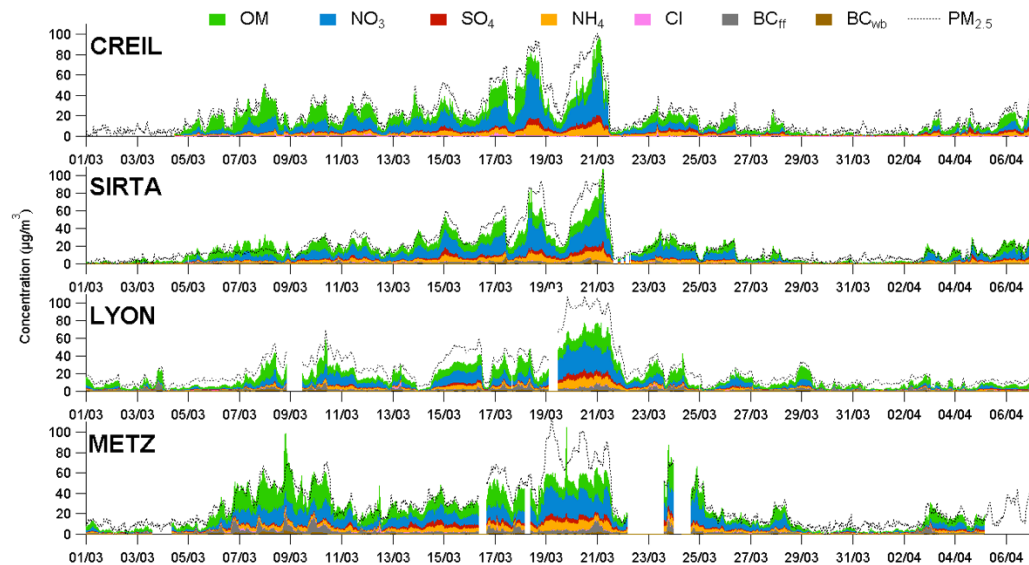


**Outil ZEPHIR 3.320**

**Petit et al, AMT, 2016**



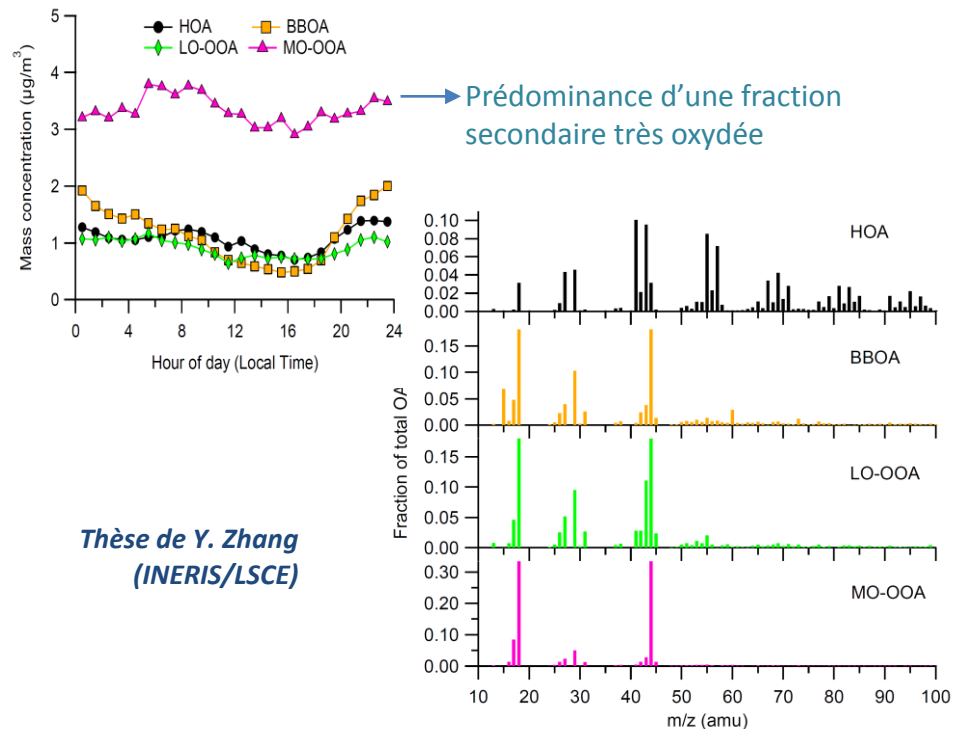
## Ex. Episode de Mars 2015



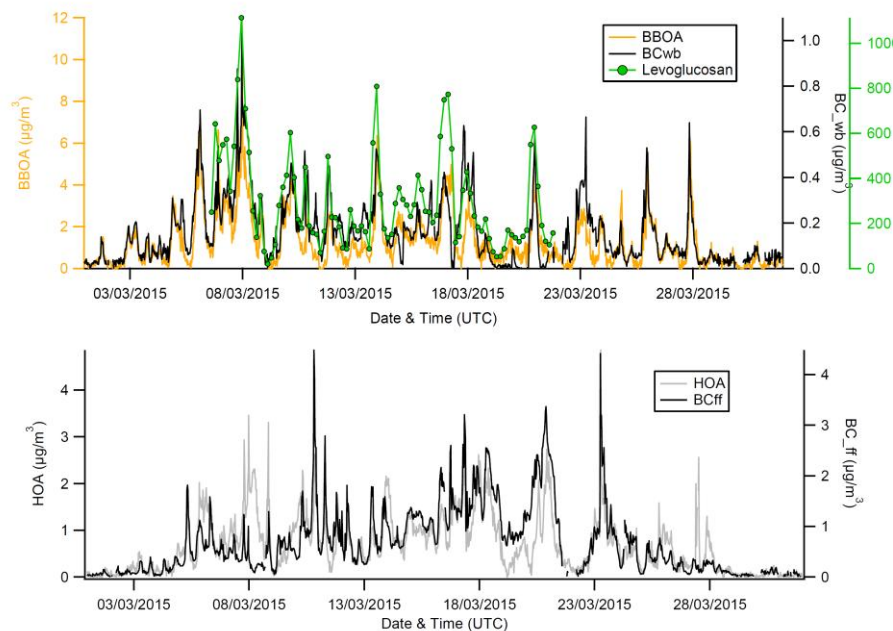
*Petit et al., Atmos Env, 2017*

## Ex. Episode de Mars 2015: PMF sur la fraction organique au SIRTa:

### Identification de 4 facteurs principaux:



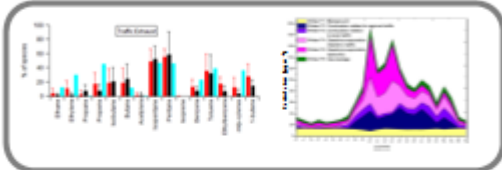
Bon accord avec traceurs des émissions primaires (mesures Aethalomètre multi-longueurs d'ondes et mesures sur filtres) :



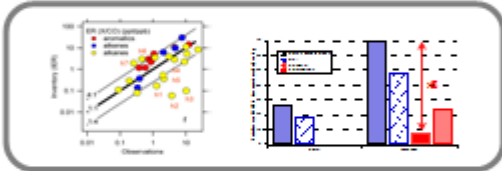
# Conclusion



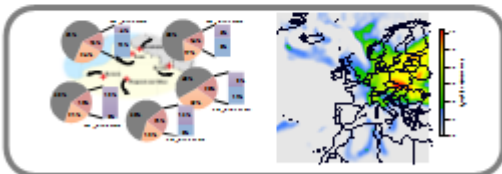
- Approche récepteur orientée : complémentaire, basée sur l'observation



- Appliquée au COV : Identification/attribution des sources
- Documentation des profils de sources
- Evaluation du risque santé



- Evaluation et contrainte d'inventaires, ratios à l'émission, contributions relatives



- Identification de sources de PM10, locales vs régionales
- Localisation de zones sources potentielles



- Programme CARA : spéciation en cas d'épisode, mesures hautes fréquences pour identification des sources déterminantes

Merci !