

QUANTIFICATION DE LA CONTRIBUTION DE LA COMBUSTION DE BIOMASSE AUX NIVEAUX DE PARTICULES FINES EN AIR AMBIANT

olivier.favez@ineris.fr

02/10/2024

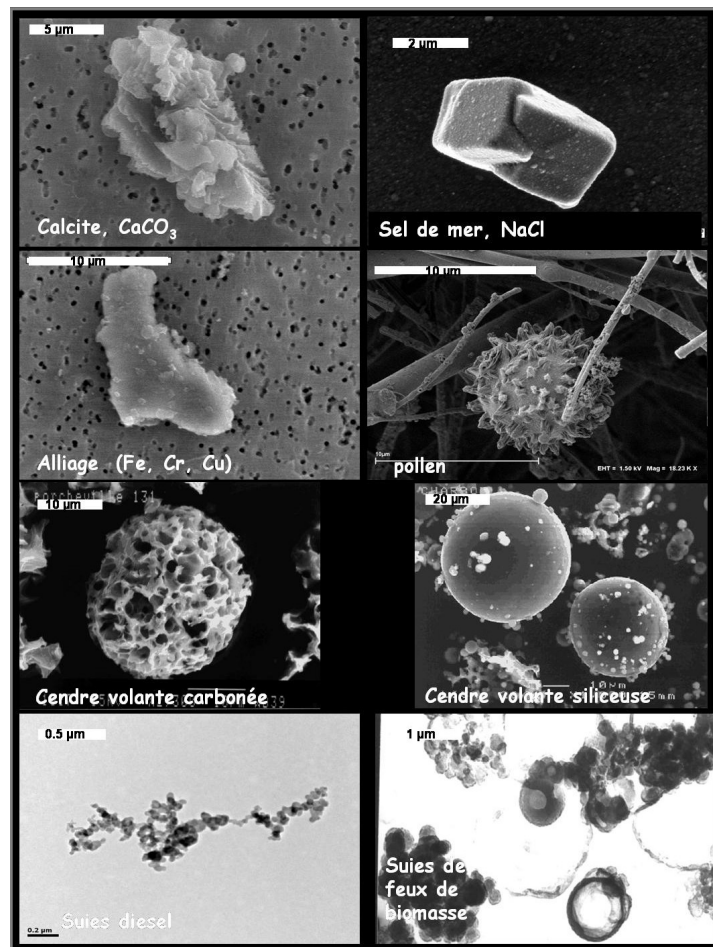
LE LCSQA EN BREF

- Groupement d'intérêt scientifique (GIS) réunissant les compétences de l'Ineris, du LNE et de l'IMT Nord Europe
- Coordinateur scientifique et technique du dispositif national de surveillance notifié par l'Etat
- Organisme national de référence requis par les directives européennes
- Environ 60 techniciens et ingénieurs issus des trois partenaires impliqués dans les travaux
- Environ 70 études par an
- Travaux principalement financés par le ministère chargé de l'environnement (budget annuel de 5 M€ environ)
- Plusieurs manifestations et interventions scientifiques et techniques : séminaires, groupes de travail, formations, interventions d'experts, assistance technique aux AASQA

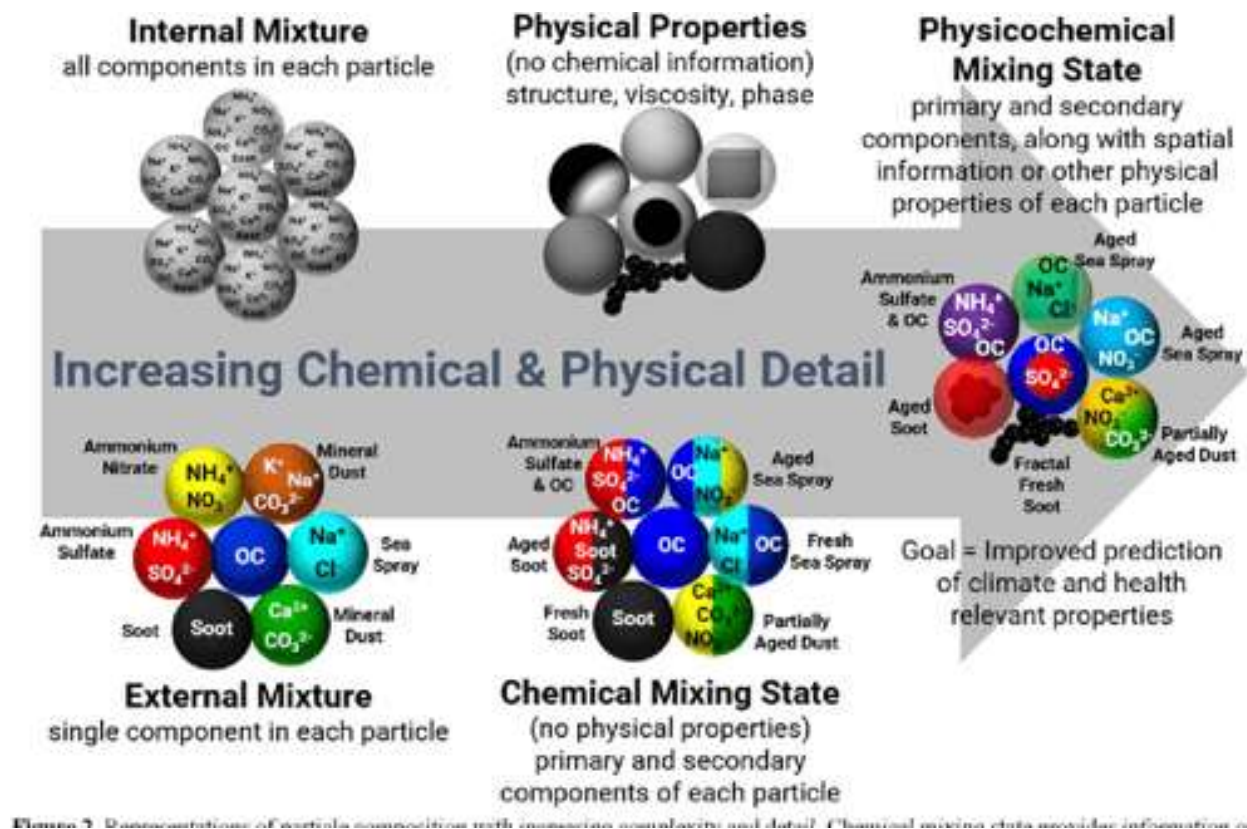
LE LCSQA AU CŒUR DU DISPOSITIF NATIONAL DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT



Le zoo des particules en air ambiant

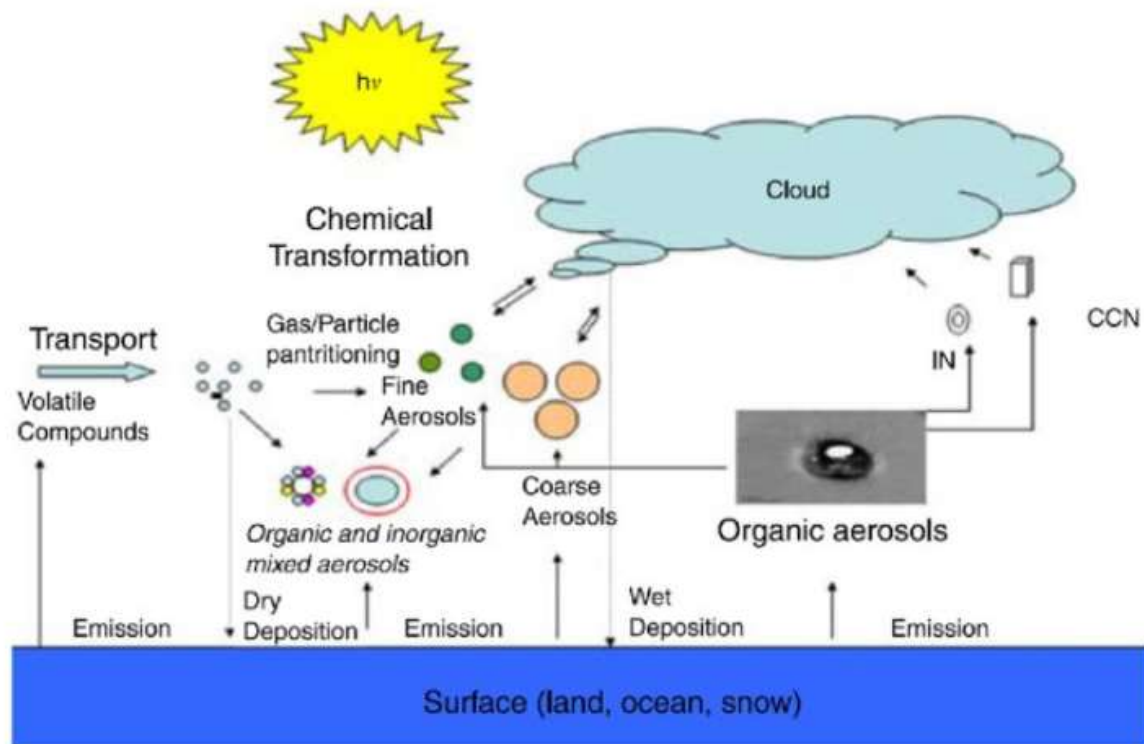


Courtoisie P. Ausset/ LISA

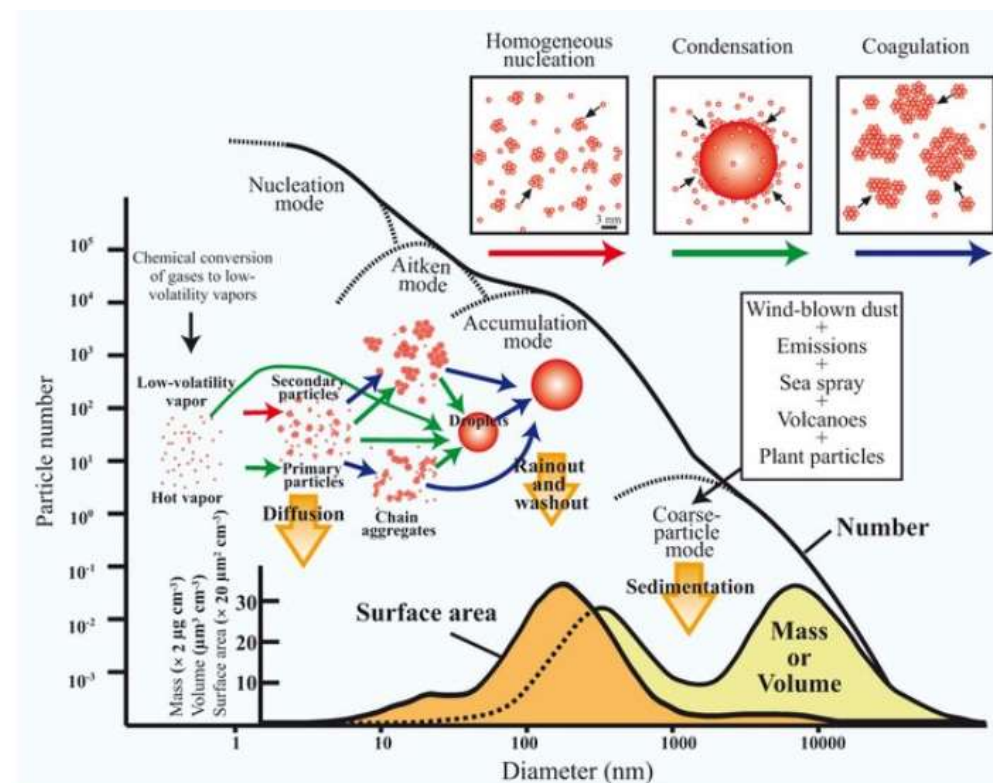


Ault & Axson, 2017

Le réacteur atmosphérique



Massabo et Prati, 2021



Buseck et Adachi, 2008

Le lévoglucosan (et isomères) = traceur spécifique de combustion de biomasse

Composés uniquement émis
par la combustion de
cellulose

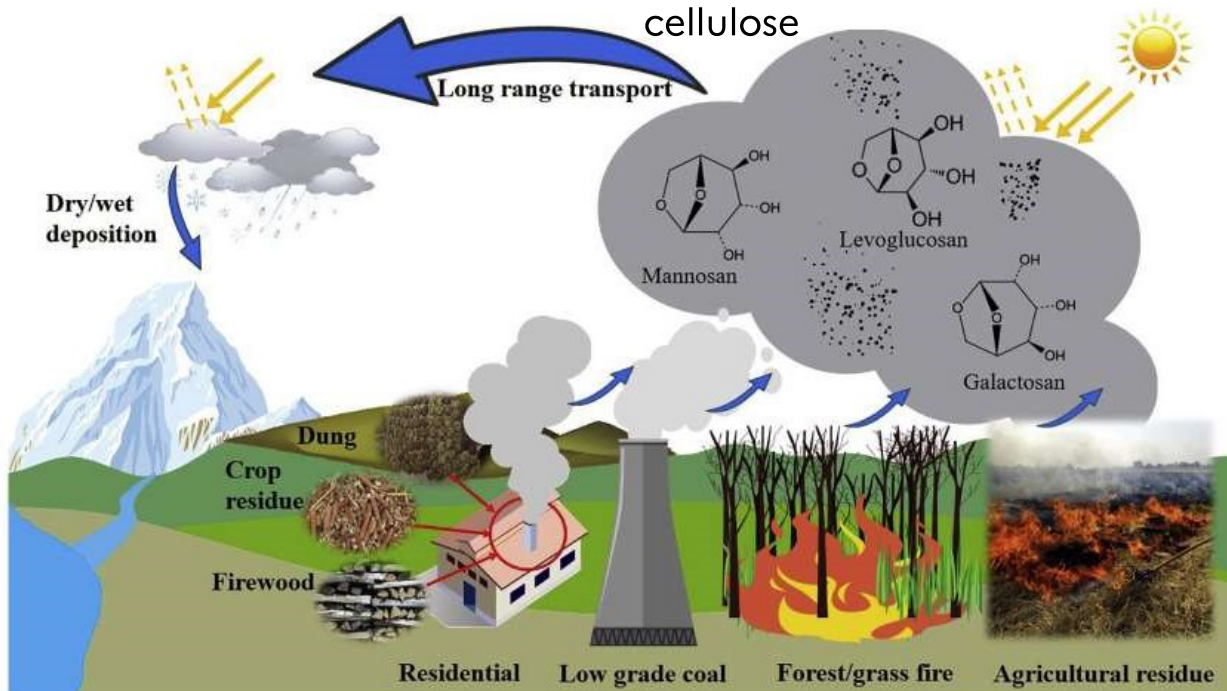


Fig. 1. Illustration of levoglucosan sources, atmospheric transport and deposition mechanism on the earth surface.

Bhattacharai et al., 2019

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, D23S05, doi:10.1029/2006JD008114, 2007

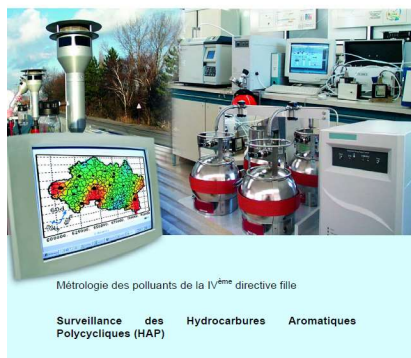
Levoglucosan levels at background sites in Europe for assessing the impact of biomass combustion on the European aerosol background

Hans Puxbaum,¹ Alexandre Caseiro,^{1,2} Asunción Sánchez-Ochoa,¹ Anne Kasper-Giebl,¹ Magda Claeys,³ András Gelencsér,⁴ Michel Legrand,⁵ Susanne Preunkert,⁵ and Casimiro Pio⁶

Received 6 October 2006; revised 2 February 2007; accepted 9 August 2007; published 26 September 2007.

[1] Atmospheric levoglucosan has been determined as a proxy for “biomass smoke” in samples from six background stations on a west–east transect extending from the Atlantic (Azores) to the mid-European background site KPZ (K-Puszt, Hungary). Concentration levels of levoglucosan (biannual averages) in the west–east transect range from $0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ at the oceanic background site AZO (Azores) to $0.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ at AVE (Aveiro, Portugal). The atmospheric concentration of “biomass smoke” (biannual averages) was derived from the levoglucosan data with wood-type-specific conversion factors. Annual averages of wood smoke levels ranged from $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ at AZO to $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ at AVE. Winter (DJF) averages at the low-level sites AVE and KPZ were 10.8 and $6.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. Relative contributions of biomass smoke to organic matter (OM) range from around 9–11% at the elevated sites SIL, PDD and SBO, as well as for AZO, to 36% at the low-level site AVE and 28% at KPZ. Surprisingly high relative concentrations of biomass smoke in OM (68 and 47%) were observed for wintry conditions at the continental low-level CARBOSOL sites AVE and KPZ. Thus biomass smoke is a very important constituent of the organic material in the mid and west European background with summer contributions to organic matter of around 1–6% and winter levels of around 20% at the elevated mountain sites and 47–68% at rural flat terrain sites, not including secondary organic aerosol from biomass combustion sources.

Citation: Puxbaum, H., A. Caseiro, A. Sánchez-Ochoa, A. Kasper-Giebl, M. Claeys, A. Gelencsér, M. Legrand, S. Preunkert, and C. Pio (2007), Levoglucosan levels at background sites in Europe for assessing the impact of biomass combustion on the European aerosol background, *J. Geophys. Res.*, 112, D23S05, doi:10.1029/2006JD008114.



Premières mesures françaises (en AASQA)

Étude exploratoire sur la présence des traceurs spécifiques de la source « combustion du bois » dans les grandes agglomérations françaises

AIRPARIF (Paris), ATMO Nord Pas de Calais (Lille),
 ASCOPARG (ATMO RA GIE-Grenoble), ASPA (Strasbourg),
 LCME (Chambéry), LGGE (Grenoble),
 INERIS (Verneuil-en-Halatte)

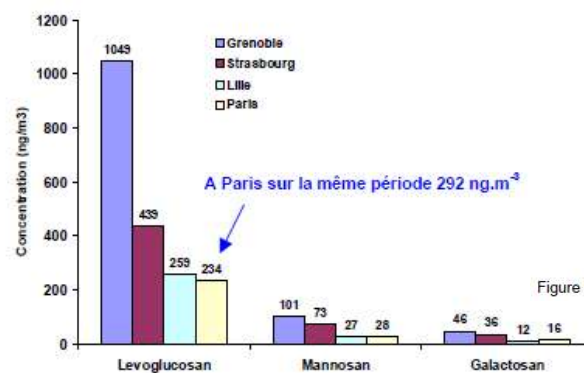


Figure 6. Concentrations moyennes en lévoglucosan, mannosan et galactosan sur les quatre villes

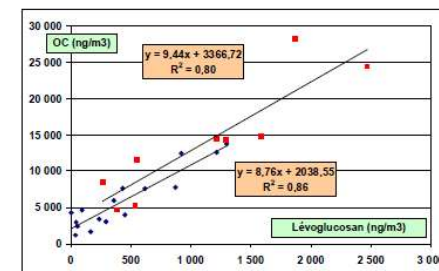


Figure 9. Corrélation entre le lévoglucosan et l'OC sur Grenoble et Strasbourg

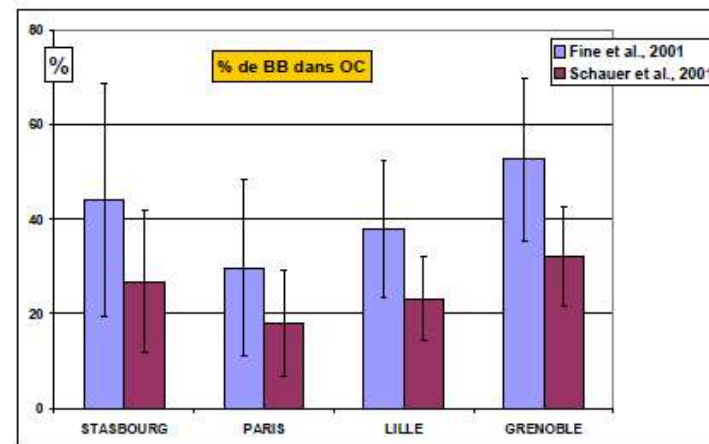


Figure 13. Estimation de la contribution de la source « combustion de biomasse » sur le carbone organique mesuré sur les quatre villes

$$\text{Influence (\%)} = (C_{\text{traceur en site récepteur}} / R_{\text{traceur/OC}}) / C_{\text{OC en site récepteur}}$$

Avec :

$R_{\text{traceur/OC}}$ déterminé à l'émission

$C_{\text{traceur en site récepteur}}$ = la concentration en lévoglucosan sur le site de prélèvement

$C_{\text{OC en site récepteur}}$ = la concentration en OC sur le site de prélèvement

Programme CARA du dispositif national

Prélèvements sur filtres par
les AASQA
volontaires



Analyses chimiques,
en interne ou collaborations
(IGE, LSCE, 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 (e.g., lévoglucosan)
- isotopes stables (composés azotés)

Projet SOURCES (Ademe) LCSQA/Ineris et IGE



2012-2016

Prog. CARA + projets recherche

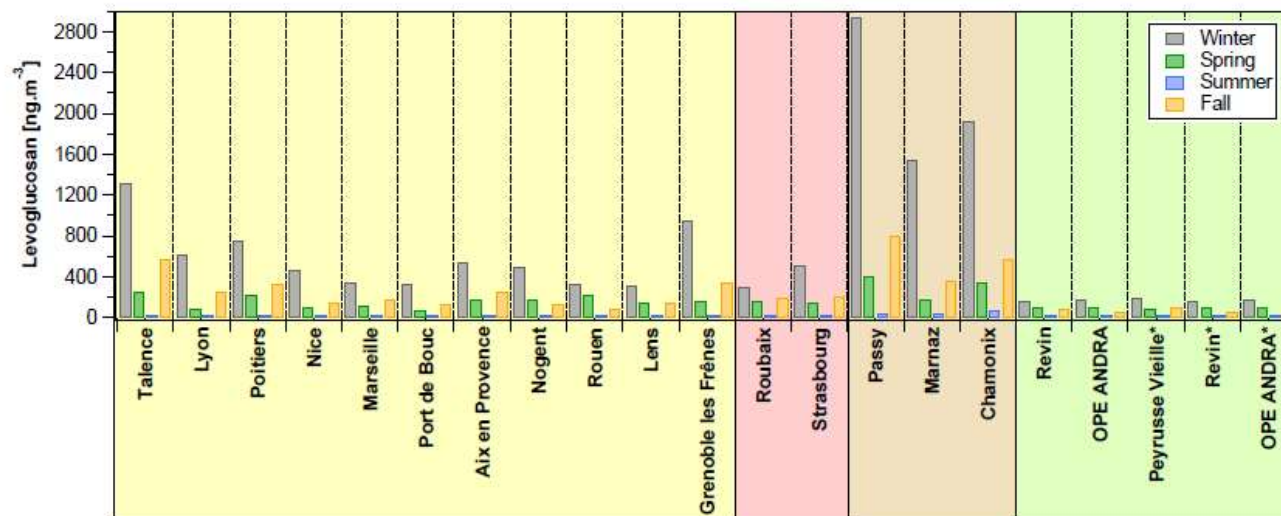


Figure 2 : Variabilités saisonnières et spatiales des concentrations moyennes en levoglucosan (ng.m^{-3}) déterminées sur 19 sites français de typologies différentes. Mesures PM_{10} , sauf pour les sites marqués par * (correspondent aux mesures de la fraction $\text{PM}_{2.5}$). La couleur du fond indique la typologie du site : jaune pour urbain, rose pour trafic, marron pour vallée alpine, et vert pour rural. Les saisons correspondent aux mois suivants : hiver (12/01/02), printemps (03/04/05), été (06/07/08), et automne (09/10/11).

Rapport LCSQA 2017

Projet SOURCES (Ademe)

LCSQA/Ineris et IGE



Profils des sources: Facteurs

Contributions

$$X = F \cdot G + E$$

Matrice de données

Résiduel

Etude de sources des PM par
Positive Matrix Factorization
(PMF)

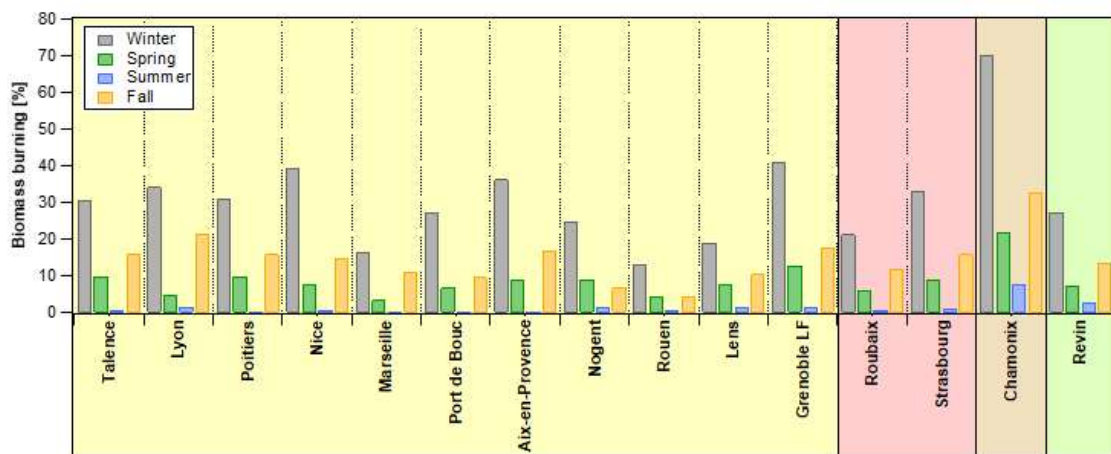


Figure 62 : Variabilités saisonnières et spatiales des contributions relatives moyenne de la combustion de la biomasse aux PM10 sur les 15 sites étudiés. La couleur du fond indique la typologie du site : jaune pour urbain, rose pour trafic, marron pour nouvelles zones d'urbanisation.

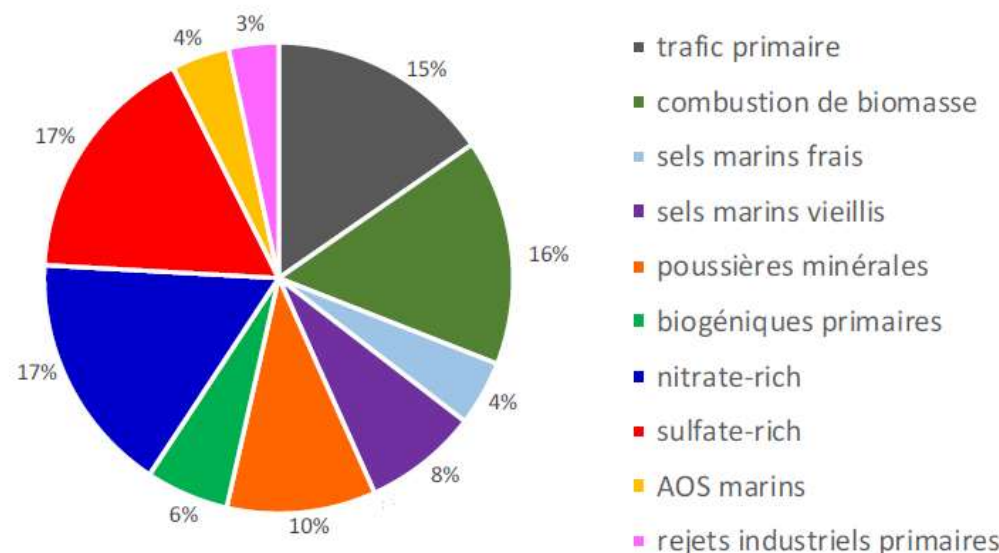


Figure 2 : Contributions annuelles moyennes des principaux facteurs constitutifs des PM₁₀ en fond urbain à l'échelle nationale (Moyenne des résultats obtenus par analyse PMF harmonisée sur 10 sites de fond urbain).



Etude des sources du potentiel oxidant des particules (Lead IGE, G. Uzu & JL Jaffrezo)

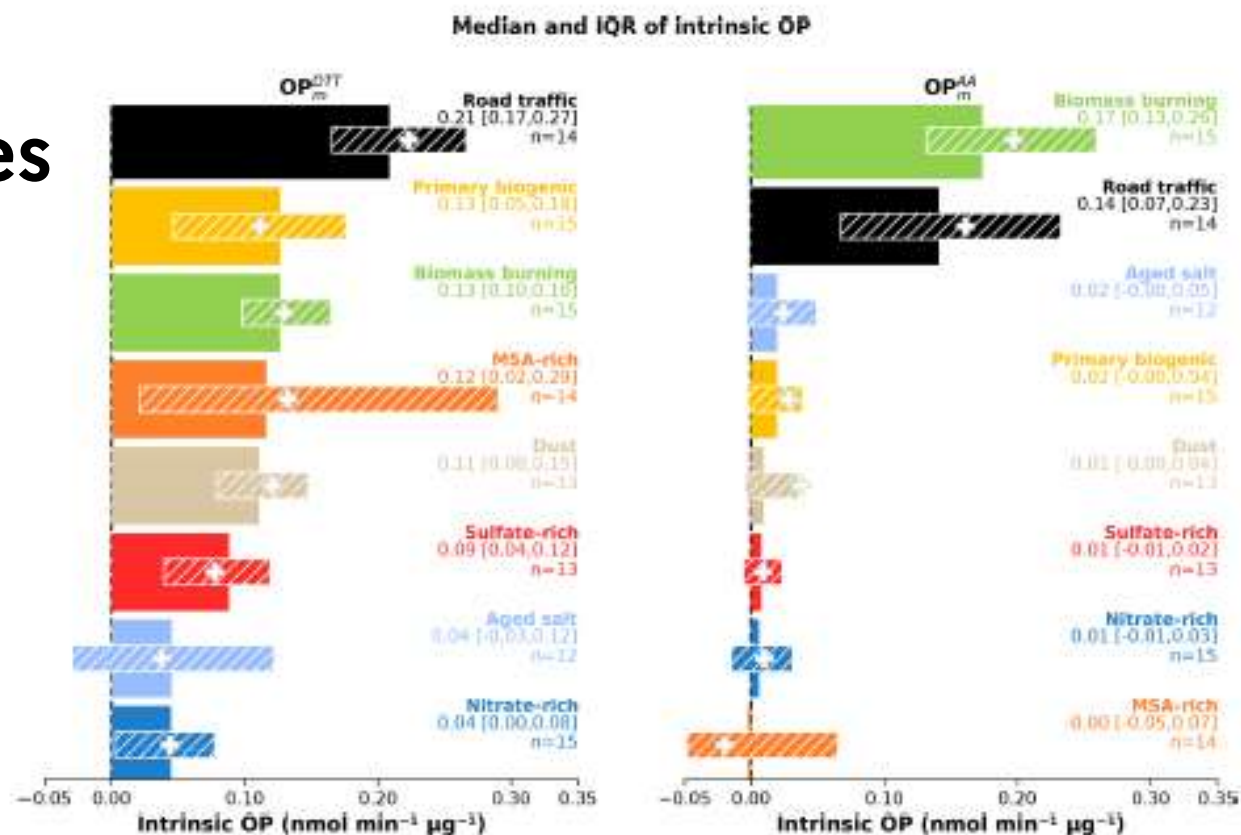


Figure 3. Median and interquartile range (solid bars and values in the figure) and mean (cross) of intrinsic OP^{DTT} and OP^{AA} values for the sources identified for at least two-thirds of the site (i.e., 10 series). The number of data considered are $n \times N$, with n the number of series where the source was identified and $N = 500$ bootstraps: Road traffic: 7000, biomass burning: 7500, dust: 6500, primary biogenic: 7500, nitrate-rich: 7500, sulfate-rich: 7500, MSA-rich: 7000, aged salt: 6000. The values of means and standard deviations for each site are given in the Supplement.

Weber et al., ACP, 2021

Programme CARA Automatique

Grâce aux mesures à différentes longueurs d'onde, l'AE33 permet de déconvoluer les concentrations de Black Carbon selon:

Combustion d'hydrocarbures

Combustion de biomasse

$$BC = BC_{ff} + BC_{wb}$$

Environ. Sci. Technol. 2008, 42, 3316–3323

Using Aerosol Light Absorption Measurements for the Quantitative Determination of Wood Burning and Traffic Emission Contributions to Particulate Matter

JISCA SANDRADEWIL,¹
ANDRÉ S. H. PRÉVÔT,^{2,3}
SÖNKE SZIDAT,^{1,3} NOÏWENN PERRON,¹
M. RAMI ALFARRA,¹ VALENTIN A. LANZ,⁵
ERNEST WEINGARTNER,¹ AND
URS BALTENSPERGER¹

¹Laboratory of Atmospheric Chemistry, Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen, Switzerland, Department of Chemistry and Biochemistry, University of Bern 3012, Bern, Switzerland, and Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, 8600 Dübendorf, Switzerland

Received September 7, 2007.
January 4, 2008. Accepted Jan

due to traffic emissions. The average organic carbon/total carbon (OC/TC) values were estimated to be 0.52 for traffic and 0.88 for wood burning particulate emissions.

1. Introduction

Atmospheric aerosols have direct and indirect effects on the earth's radiative balance. The scattering and/or absorption of shortwave and longwave radiation describes the direct effect. The indirect effect of aerosols is determined by their role as cloud condensation nuclei, which changes the microphysical properties and the lifetime of clouds (1). On a regional scale, the effects of atmospheric aerosols on air quality and visibility are of concern (2, 3). Aerosols have been related to adverse health effects in various studies, for example, long-term exposure to combustion-related fine particulates has been reported as an important environmental risk factor for cardiopulmonary and lung cancer mortality (4, 5). Combustion-related aerosols may come from fossil fuel combustion engines, biomass burning, and industrial incinerators.

Wood smoke is known to contain abundant organic

Atmospheric Environment 43 (2009) 3640–3644



Contents lists available at ScienceDirect

Atmospheric Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv



Short communication

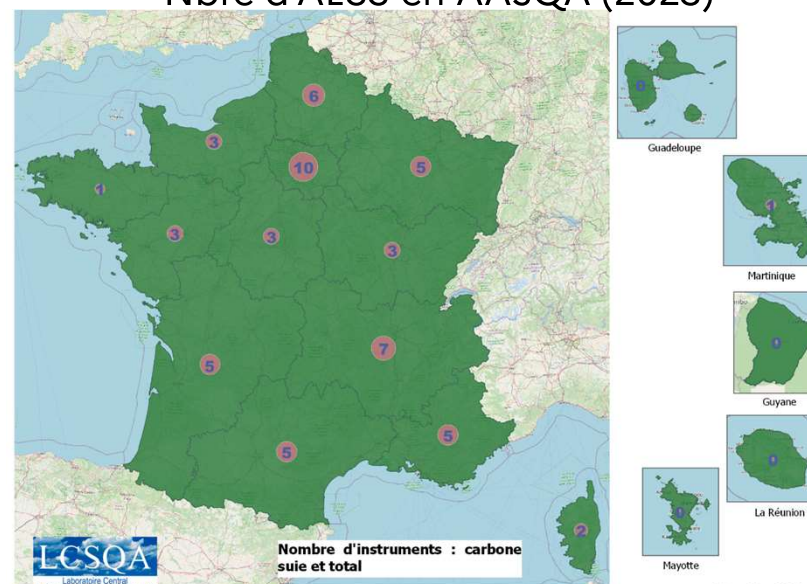
Evidence for a significant contribution of wood burning aerosols to PM_{2.5} during the winter season in Paris, France

Olivier Favez^{a,*}, Hélène Cachier^a, Jean Sciare^a, Roland Sarda-Estève^a, Laurent Martinon^b

^aLaboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSC/IPS), Laboratoire CEA-CNRS-UM/SO, 91191 Gif-sur-Yvette, France

^bLaboratoire d'Etude des Particules Inhalées (LEPI), Ville de Paris, 75013 Paris, France

Nbre d'AE33 en AASQA (2023)



Etat au 11 mai 2023



$$BC = BC_{ff} + BC_{wb}$$

SIRTA (IdF)
2012-2014



2006

J.-E. Petit et al.: Submicron aerosols in the region of Paris

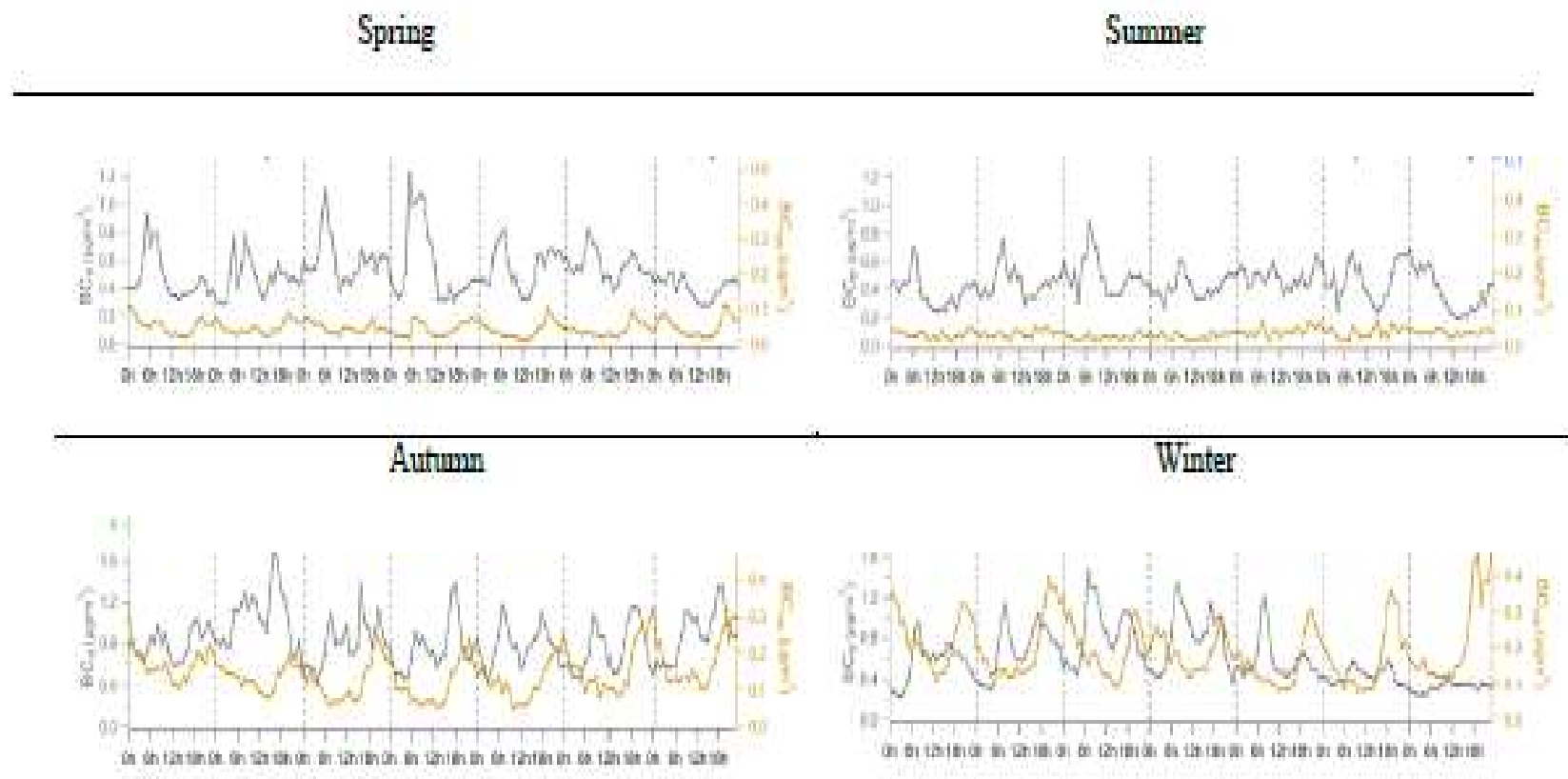


Figure 10. Seasonal weekly diurnal variations of BC_{ff} (black) and BC_{wb} (brown).

Petit et al., ACP, 2015



Programme CARA Automatique

Grâce aux mesures à différentes longueurs d'onde, l'AE33 permet de déconvoluer les concentrations de Black Carbon selon:

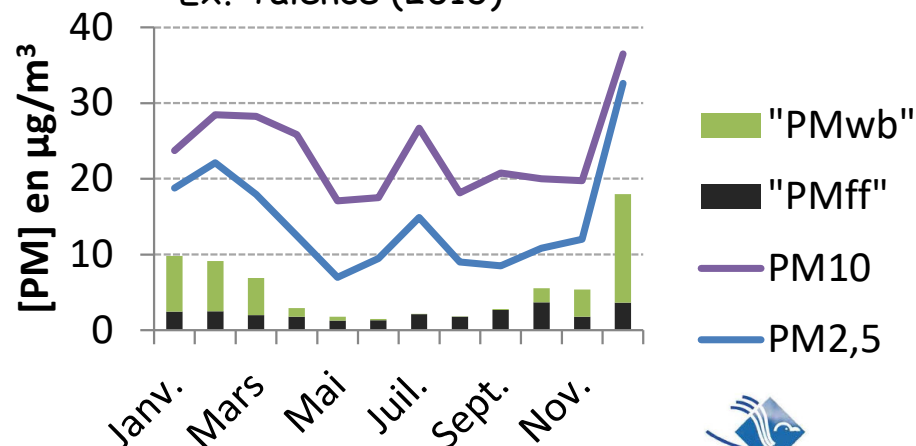
Combustion d'hydrocarbures

$$BC = BC_{ff} + BC_{wb}$$

Puis: $PM_{ff} = a \times BC_{ff}$ et $PM_{wb} = b \times BC_{wb}$

Combustion de biomasse

Ex. Talence (2013)



Programme CARA Automatique

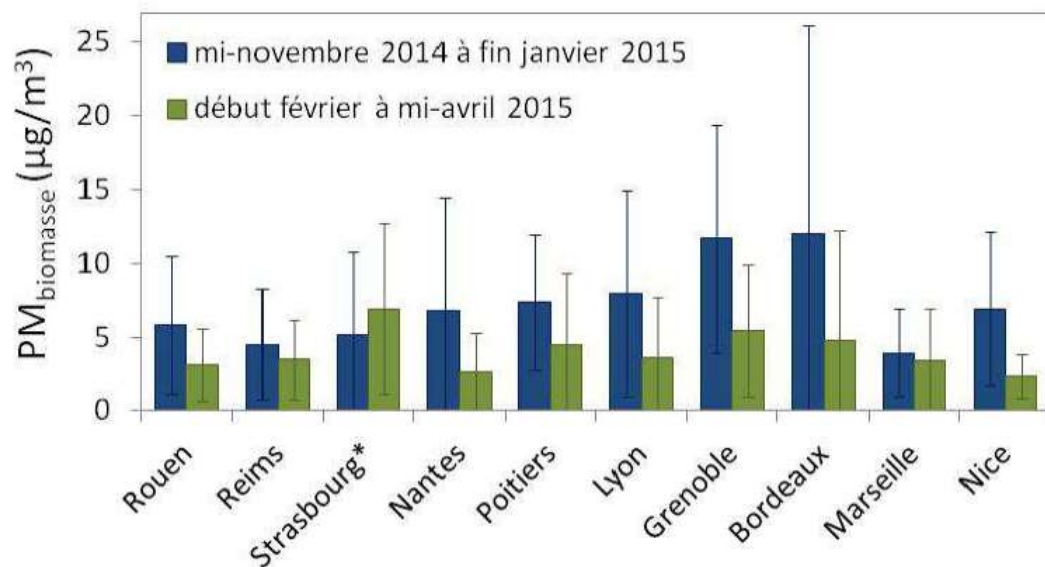


Figure 2 : Moyennes et écart-types des concentrations de PM_{biomasse} obtenues sur chaque site pour le début et la fin de la période d'étude. * Pour Strasbourg, ces deux plages de temps correspondent respectivement à fin décembre 2014-fin janvier 2015 et début février-fin mars 2015.

Tableau 3 : Contribution moyenne globale et contribution journalière moyenne ($\pm$ écart-type) de la combustion de biomasse aux PM₁₀ pour l'ensemble de la période d'étude.

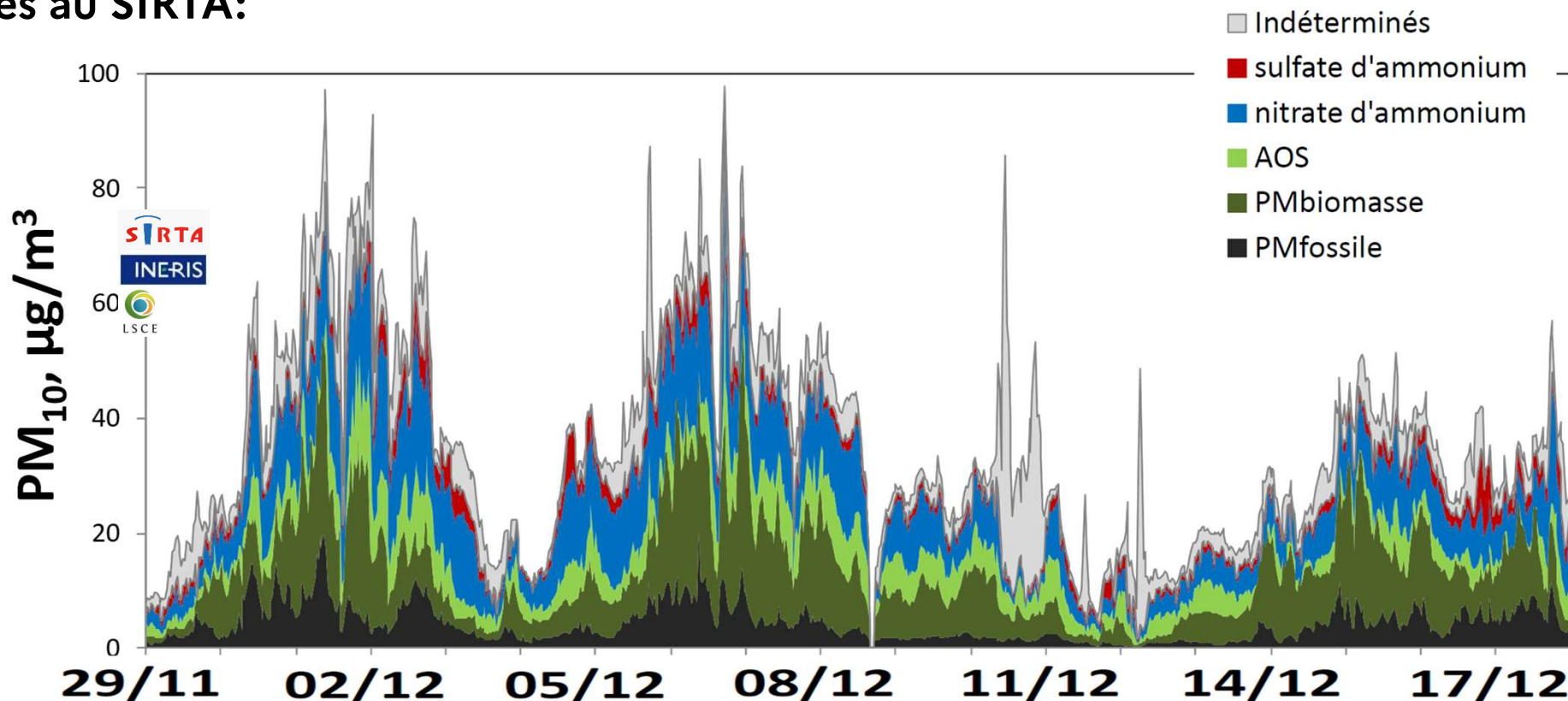
Ville	Contribution hivernale moyenne (hiver 2014-15)	Contribution journalière en hiver (2014-15)
Rouen	20 %	20 $\pm$ 13 %
Reims	19 %	20 $\pm$ 11 %
Strasbourg	20 %	19 $\pm$ 10 %
Nantes	22 %	21 $\pm$ 18 %
Poitiers	29 %	28 $\pm$ 16 %
Lyon	21 %	19 $\pm$ 12 %
Grenoble	36 %	36 $\pm$ 20 %
Bordeaux	37 %	29 $\pm$ 23 %
Marseille	17 %	18 $\pm$ 13 %
Nice	20 %	19 $\pm$ 13 %

Rapport LCSQA, 2016

Programme CARA Automatique

Couplage des données AE33 et ACSM. Exemple de l'épisode de Décembre 2016.

Mesures au SIRTa:



A retenir

- ❖ Le chauffage résidentiel au bois est un contributeur majeur des concentrations hivernales de PM, en France et plus globalement en Europe
-
- ❖ La quantité d'énergie nécessaire pour réfuter de fausses informations est supérieure d'un ordre de grandeur à celle nécessaire à les produire (principe de Brandolini) => Essayons d'économiser également cette énergie ;)
 - ❖ La capacité de la forêt française à jouer son rôle de puit de carbone a été divisée par 2 en 10 ans !!

Merci de votre attention