



Rétrospectives des activités « Chimie atmosphérique et qualité de l'air »

Contributeurs : Valérie Gros, Olivier Favez, Jean-Eudes Petit

La thématique « Chimie Atmosphérique » au SIRTA

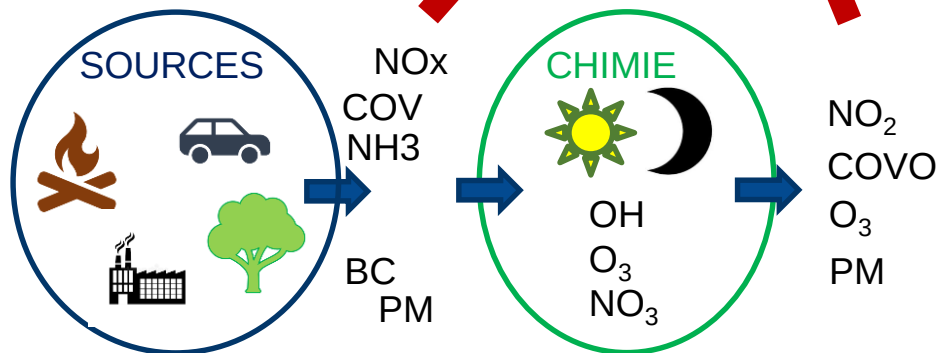


Questions scientifiques

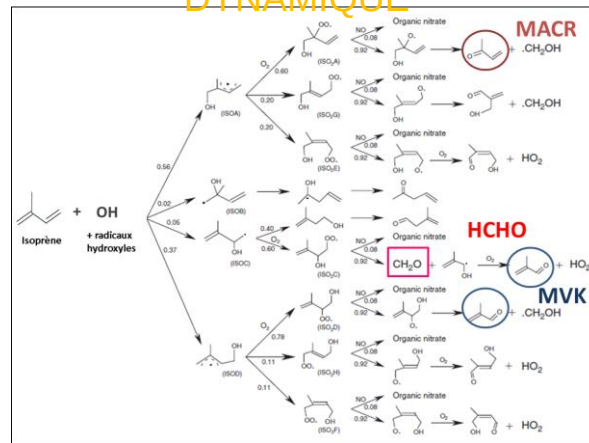
- Quelles sont les concentrations et leur variabilité aux différentes échelles de temps (diurne, saisonnière, annuelle, tendance) des composés gazeux et particulaires?
- Quels en sont les déterminants? (sources, processus, dynamique)
- Quelles sont les sources (bio/anthropiques, primaire/secondaire) des composés gazeux et particulaires?
- Quels impacts de ces composés sur la qualité de l'air? Le climat?

IMPACTS

Qualité de l'air
Climat



DYNAMIQUE

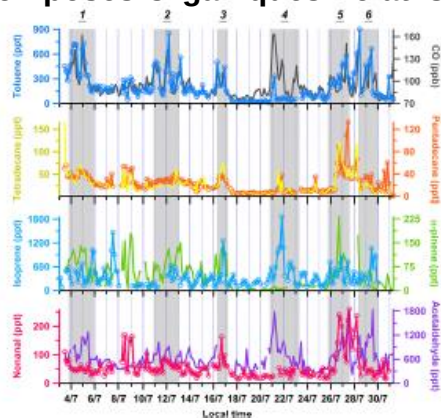


Les premières Campagnes de terrain « Chimie Atmosphérique » au SIRTA



Campagnes MEGAPOLI (2009-2010) / Mesures

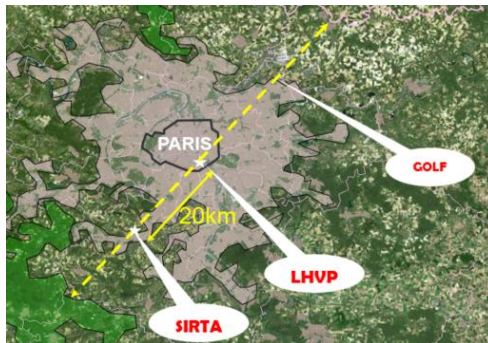
Composition et variabilité des COV (Composés Organiques Volatils)



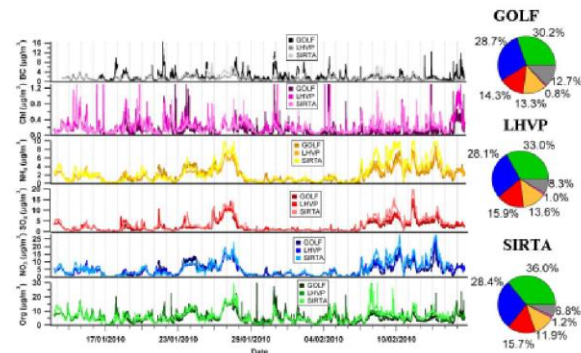
Ait-Helal et al., 2014

- Composition homogène des COV sur les 3 sites montre l'importance du signal régional
- Importance des COV semi-volatils pour la formation d'aérosols secondaires

SIRTA-25ans, 1-2 juin 2023



Composition et variabilité de l'aérosol fin



Crippa et al., 2014

- Composition homogène des aérosols sur les 3 sites montre l'importance du signal régional
- Fraction organique majoritaire, dont une partie importante d'origine secondaire (feux de bois / hiver, biogénique / été)

Les premières Campagnes de terrain « Chimie Atmosphérique » au SIRTA



Campagnes MEGAPOLI (2009-2010) / Modélisation

- Les mesures sont utilisées pour évaluer les modèles de chimie-transport et améliorer différentes paramétrisations (par exemple la représentation de la nucléation des particules ultrafines)

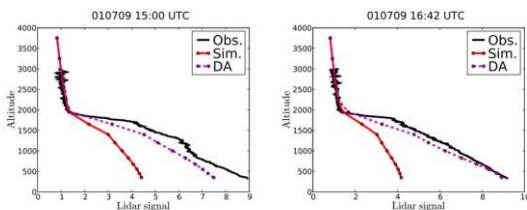


Fig. 11. Lidar vertical profiles observed by the ground-based in situ lidar at Saclay (black lines), simulated without DA (red lines) and simulated with DA (magenta lines) on 1 July 2009.

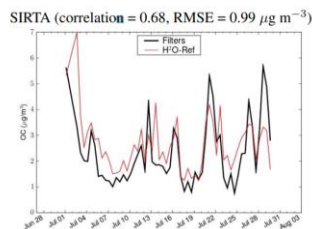
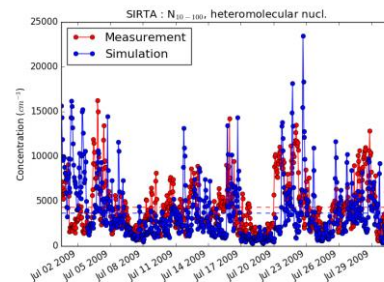


Fig. 5. 12 h averaged concentrations of OC modeled with "H₂O-Ref"



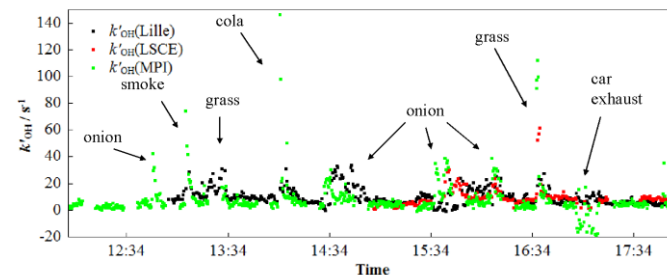
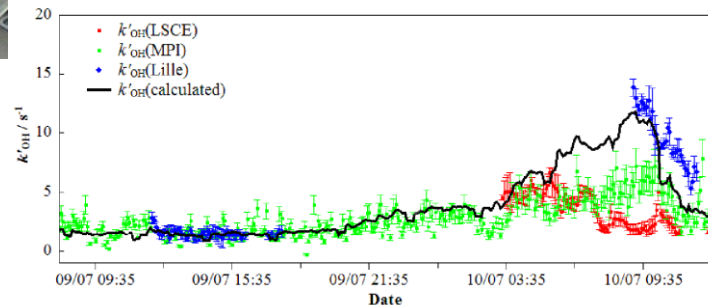
- Evaluation des profils verticaux d'aérosols simulés par Polyphemus et assimilation (Wang et al. Atmos. Chem. Phys., 2014) en utilisant des mesures lidar
- Evaluation de la modélisation 3D des aérosols organiques en été 2009 (Couvidat et al. Atmos. Chem. Phys., 2013) en utilisant des mesures sur filtres
- Evaluation des simulations 3D de particules ultrafines (Sartelet et al. Atmos. Chem. Phys., 2022) en utilisant des mesures SMPS

Les premières Campagnes de terrain « Chimie Atmosphérique » au SIRTa



Campagne LEFE «Comp OH » en 2011

- Une Campagne PC2A, LSCE, LATMOS, CGS, ICARE, MPI-Mainz, FRZ-Jülich, et SIRTa-LMD
- Une première intercomparaison Réactivité OH entre système CRM et FAGE
- Niveau faible en conditions « vent d'ouest »...Réactivité « simulée »
- Trans National Access avec MPI: beaucoup de « paperasse », peu de moyens, mais à la clé.... Un mariage !



Thèses C. Dolgorouky, D. Amadréo, A. Noëlscher

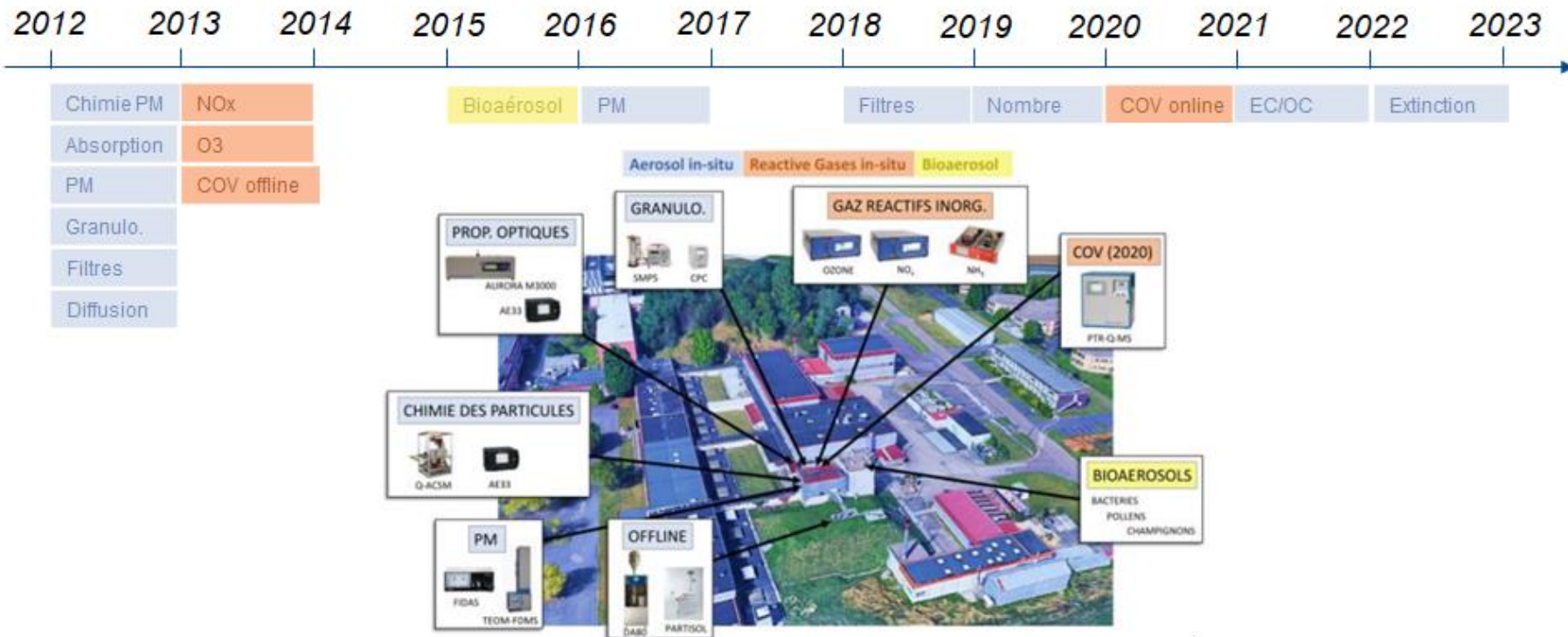
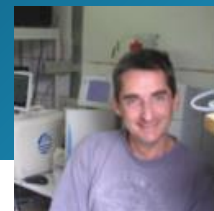
Les premières observations « Chimie Atmosphérique » long-terme au SIRTa



Mise en place de la zone 5 du SIRTa



INERIS



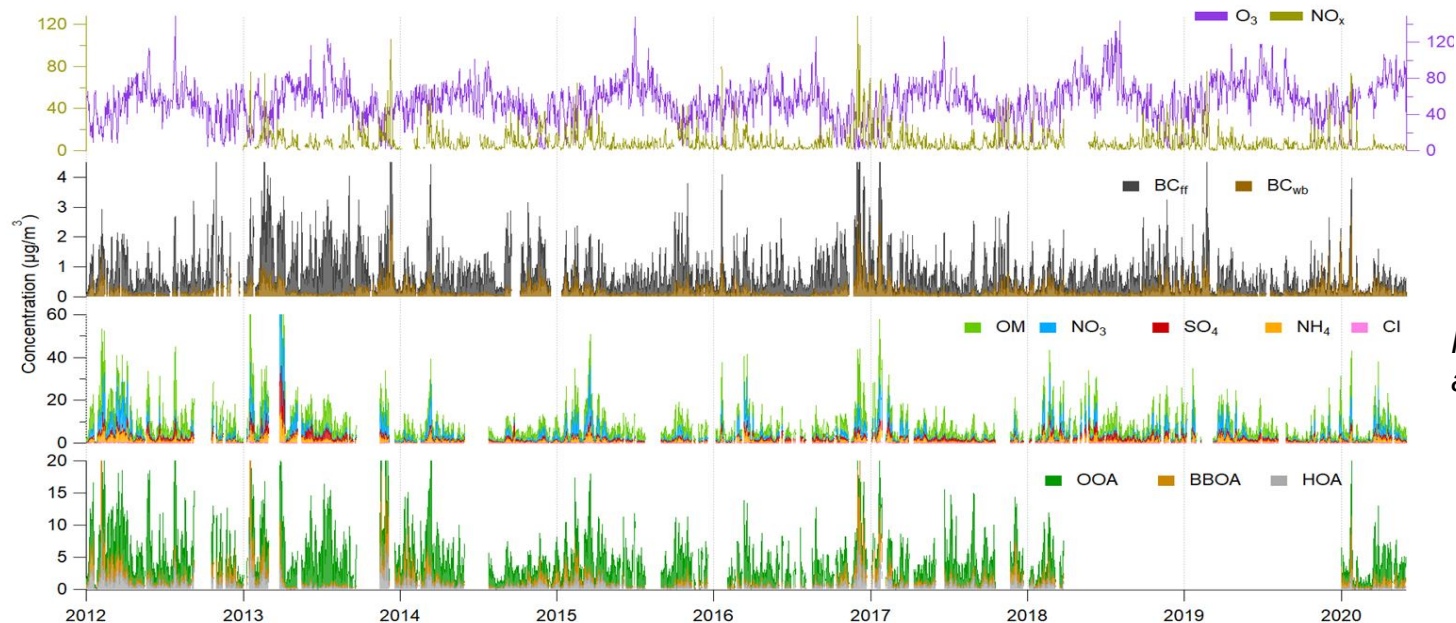
Les observations « Chimie Atmosphérique » long-terme au SIRTa



Mise en place de la zone 5 du SIRTa



INERIS



*Plus longue série ACSM
au monde ;-)*

Petit et al., 2021

SIRTA

Propriétés optiques et micro-physique des aérosols

Drinovec et al., 2017
Zhang et al., 2018, 2020
Bedoya-Velasquez et al., 2019
Pandolfi et al., 2018
Laj et al., 2020
Rose et al., 2021
Kammer et al., 2022
Trechera et al., 2023

Centre expertise ACMCC Plateforme métrologique

Crenn et al., 2015;
Frohlich et al., 2015
Freny et al., 2019
Lambe et al., 2020
Poulain et al., 2020
Languille et al., 2020b
Graeffe et al., 2022

Lien QA/dynamique

Dupont et al., 2015
Petit et al., 2017
Stirnberg et al., 2021

Etude d'évènements spécifiques

Boichu et al., 2019
Petit et al., 2021
Viatte et al., 2021
Forêt et al., 2022

Spéciation de l'aérosol

Petit et al., 2015
Srivastava et al., 2019,
Bressi et al., 2021
Favez et al., 2021
Lanzafame et al., 2021, 2022
Kutzner et al., 2021

Aérosol in-situ

ACMCC

Reactive Gases in-situ

Bioaérosol

Sources et variabilités de COV

Languille et al., 2020
Simon et al., 2023

« Source apportement »

Petit al., 2014
Zhang et al., 2019
Srivastava et al., 2019, 2021
Chen et al., 2022a, b
Via et al., 2022

Modélisation

Sartelet et al., 2018
Jiang et al., 2019, 2021

Variabilité saisonnière et inter-annuelle des bio-aérosols

Sarda-Estève et al.
2018, 2019, 2020

Les activités ACTRIS In Situ au SIRTA



Harmonized
methods

Calibrated
Instruments

Provision of
data

Qualified
data
production

Curation of
data

Access to
users



Experimentation
20 Simulation
chambers

Observation
90 Facilities



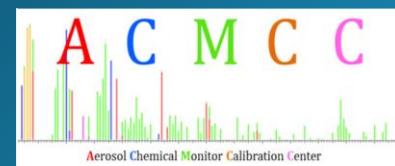
Remote-Sensing

AEROSOL
CLOUDS
TRACE GASES

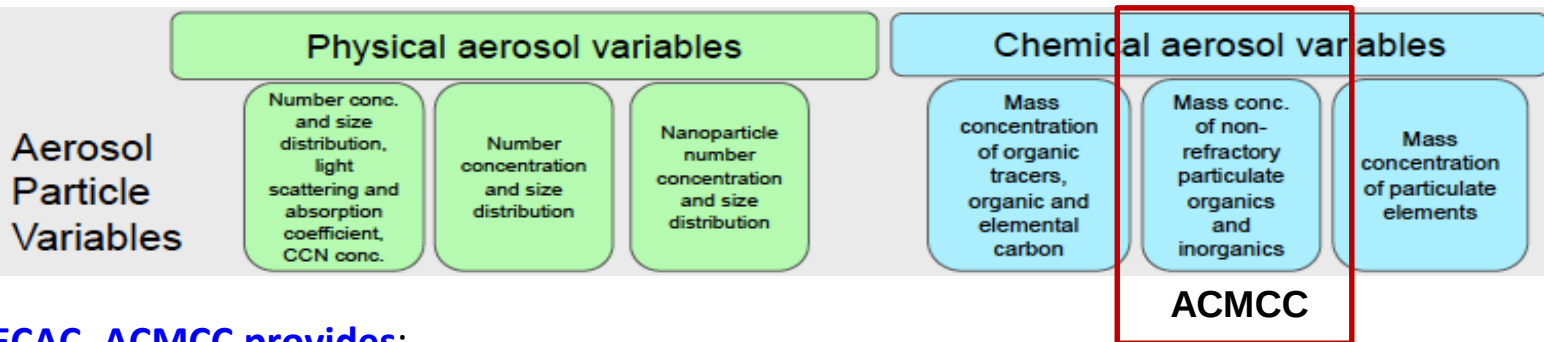
In-situ



Le centre d'expertise *Aerosol Chemical Monitor Calibration Center*



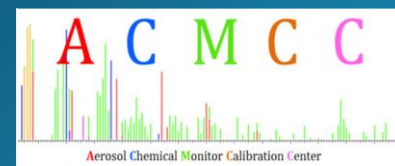
CAIS-ECAC
Topical center for
Aerosol In situ :



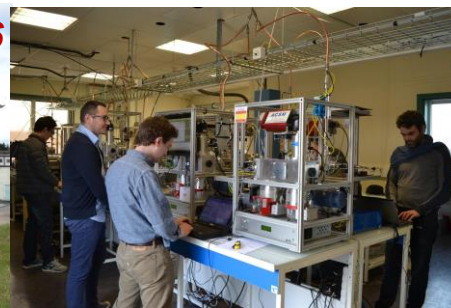
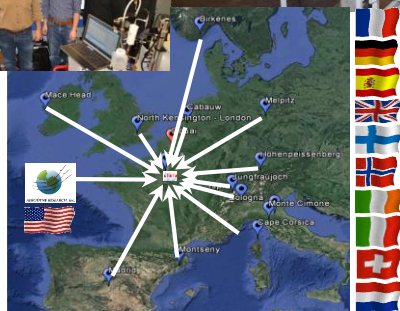
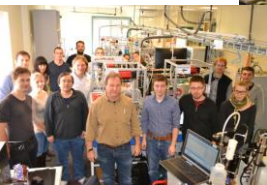
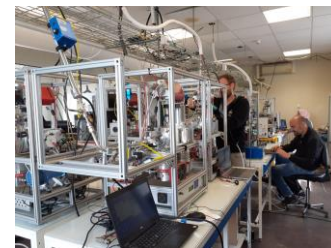
As part of CAIS-ECAC, ACMCC provides:

- Calibration and Intercomparison workshops for Aerosol In Situ (AIS) measurement devices
- QA/QC procedures: Recommendations & Guidelines, SOPs, Scientific evaluation of aerosol measurements
- Development of (NRT) data submission and data validation tools (e.g., software)
- Labelling & Audits of National Facilities (observational and exploratory platforms)
- Advices in the implementation of new sampling sites
- Capacity building & Hands-On training
- Consultancy and calibration services for instrument manufacturers
- Scientific & technical courses, Summer schools

Le centre d'expertise Aerosol Chemical Monitor Calibration Center



Campagnes d'inter-comparaisons européennes:



Les campagnes d'évaluation de nouveaux instruments de mesure in situ au SIRTA



Exemple: Evaluation d'un interféromètre (PTAAM) pour la mesure du carbone suie (printemps 2022):



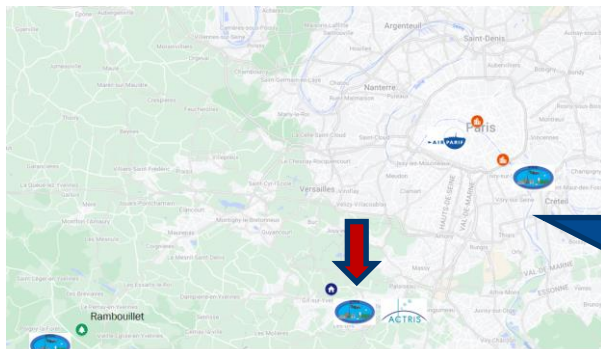
Les campagnes « Chimie atmosphérique » au SIRTA



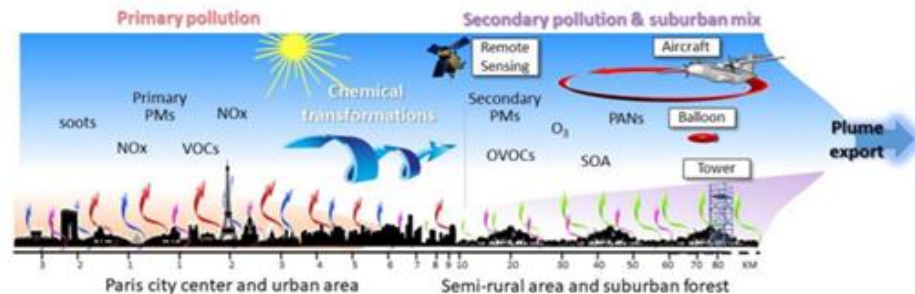
Exemple: Campagne ACROSS (été 2022)



PI C. Cantrell,
V. Michoud, LISA-IPSL



Atelier
ACROSS
Cet après-
midi



- Impact de la chimie sur un mélange biogénique / anthropique sur :
 - Niveaux d'oxydants
 - Spéciation des espèces azotées
 - Oxydation des espèces carbonées
 - Composition de l'aérosol et ses propriétés
- Conséquences sur la qualité de l'air, climat, biosphère, santé & représentation dans les modèles

Les services de fournitures de données in situ en temps réel

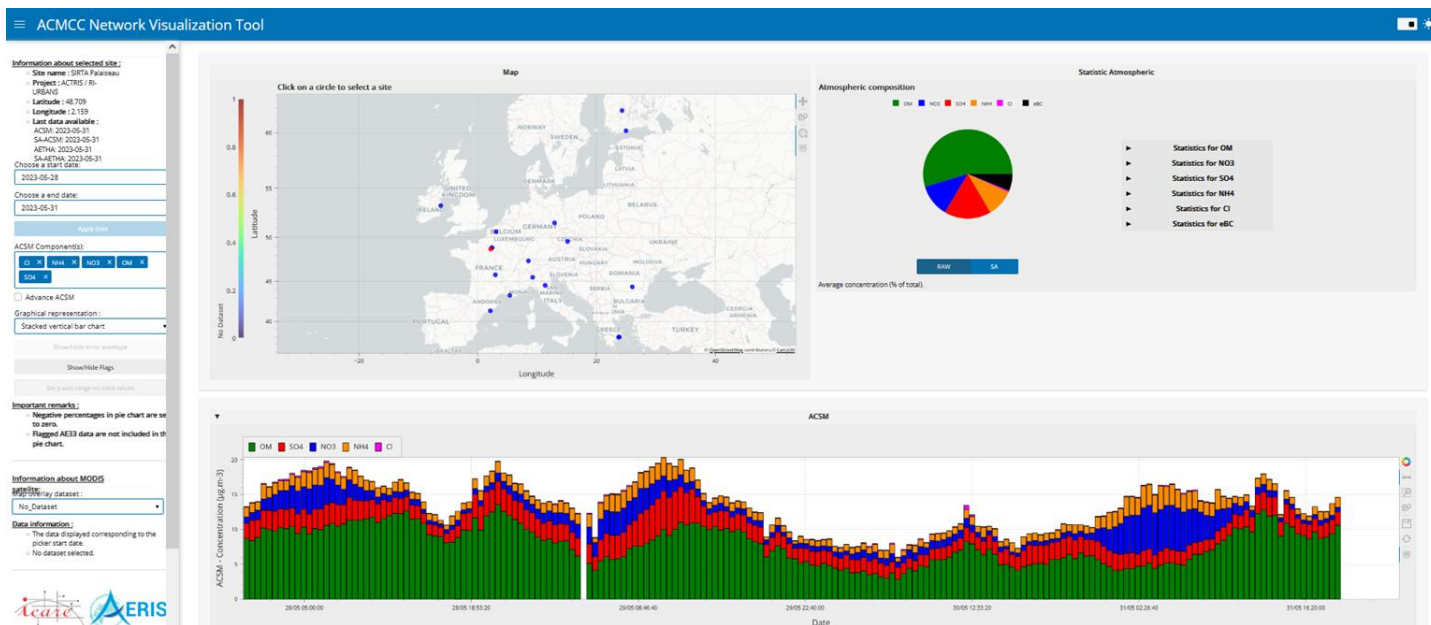


Contrat Copenicus - ACTRIS : CAMS21a

Développement
d'outils automatisés
de transfert et de
validation de données
en temps réel

ACMCC responsable du
développement de la
chaîne de traitement de
données ACSM

SIRTA station pilote pour
les mesures PTR-MS





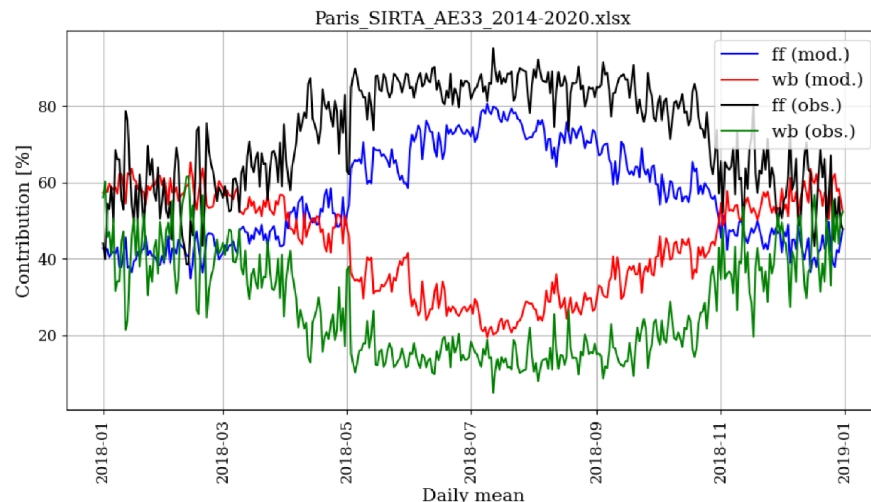
Exemples:

Table 2

Statistics of comparisons to measurements for PM₁₀, PM_{2.5}, BC and OA. The statistics are derived from daily concentrations for a year.

		Number of stations	Meas. mean ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Sim. mean ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Correlation (%)	mfe (%)	mfb (%)
PM ₁₀	14		21.1	17.3	32	43.6	-23.8
PM _{2.5}	7		12.4	14.2	36	45.4	21.6
BC	3		1.2	0.6	75	64.6	-60.9
OA	1		3.2	2.2	41	50.9	-29.8

Evaluation de la modélisation 3D sur l'Île de France pour une étude sur les aérosols organiques (Sartelet et al. Atmos. Environ. 2018). Une seule station disponible pour OA (OM).



Comparaison mesures-modèles des fractions fossiles et biomasses du carbone suie. Travaux en cours dans le cadre du projet EU RI-Urbans

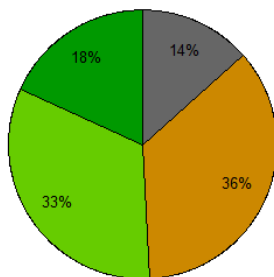


Les sources de pollution en Ile-de-France

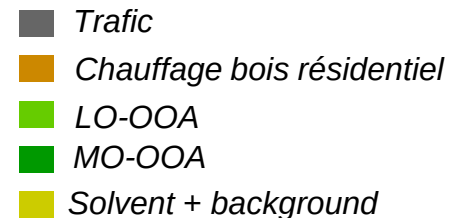
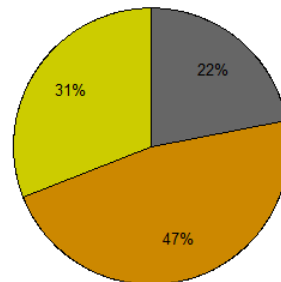
Forte expertise du SIRTA (LSCE / INERIS) dans le source apportionnement

- Rôle du chauffage au bois en hiver *Petit et al., 2014 , Zhang et al., 2019, Languille et al., 2019*

Sources PM, hiver 2012



Sources COV, hiver 2018

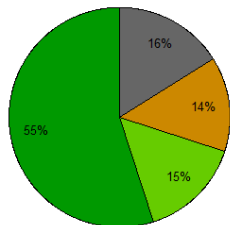




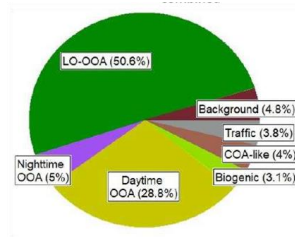
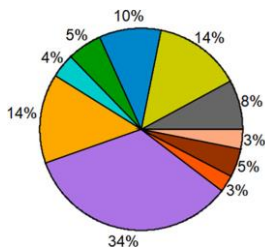
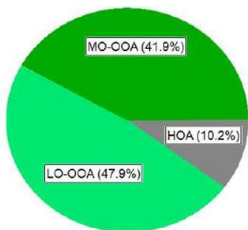
Forte expertise du SIRTA (LSCE / INERIS) dans le source apportionnement

- Rôle du chauffage au bois en hiver *Petit et al., 2014 , Zhang et al., 2019, Languille et al., 2019*
- Caractérisation de la matière organique secondaire en approches combinées

Srivastava et al., 2019 :
Mars 2015



Simon et al., in prep :
Eté 2020

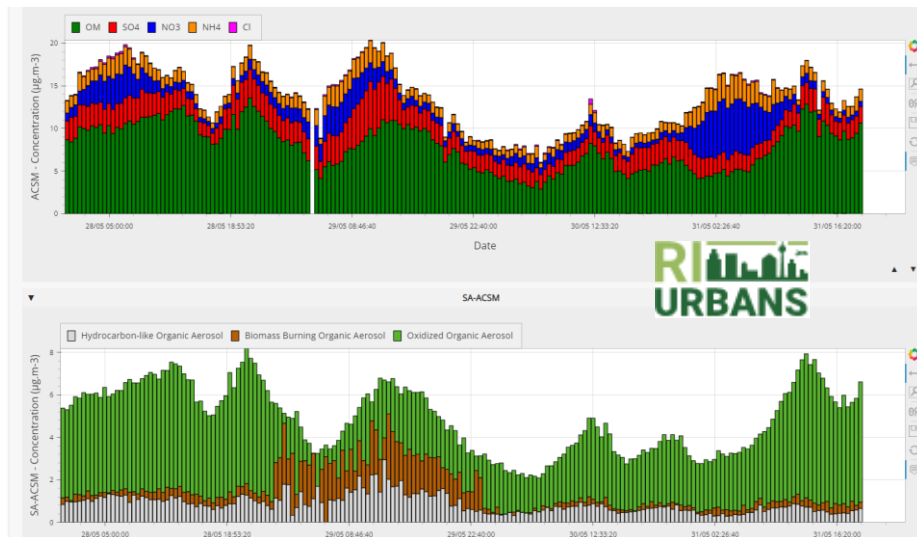


Sorties intéressantes pour modèles !



Forte expertise du SIRTA (LSCE / INERIS) dans le source apportionnement

- Rôle du chauffage au bois en hiver *Petit et al., 2014 , Zhang et al., 2019, Languille et al., 2019*
- Caractérisation de la matière organique secondaire en approches combinées
- Information en temps réel !

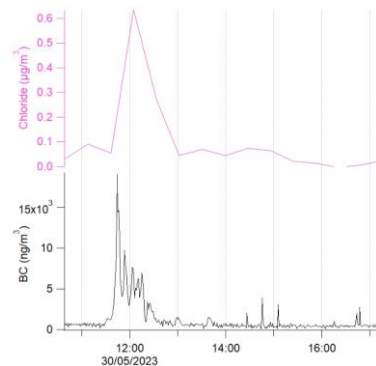




Évènements remarquables : Exemples

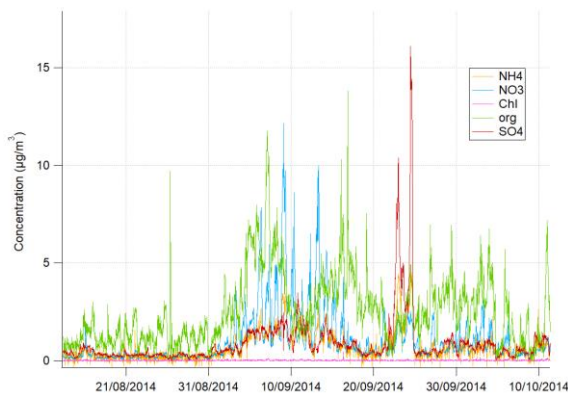
L'avantage des mesures continues sur le long terme

Incendie, Aubervilliers mai 2023

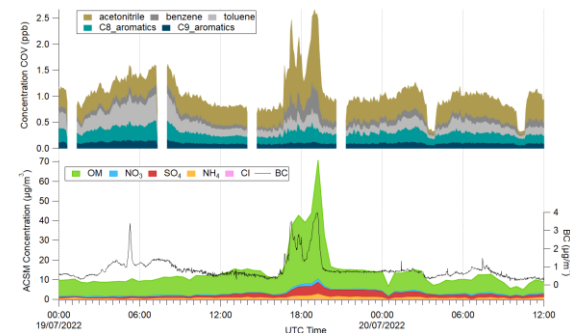


SIRTA-25ans, 1-2 juin 2023

Eruption, Islande 2014

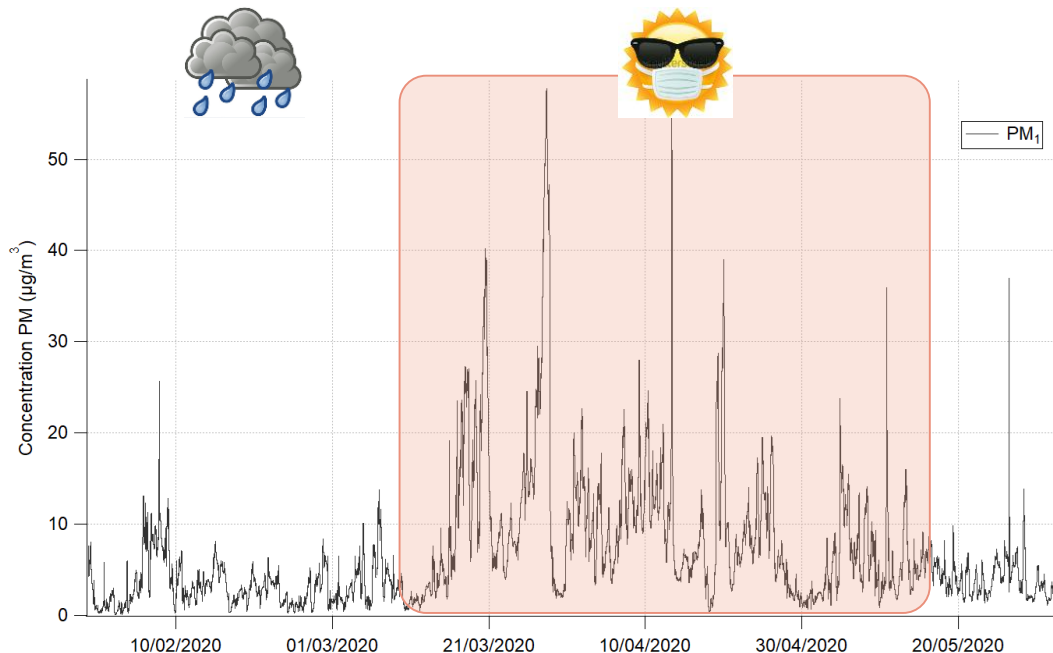


Feux de forêts, France, 2022





Evènements remarquables : Le confinement du printemps 2020 *Petit et al. (2021)*



Changement de régime de temps

Augmentation soudaine de la pollution

Quel impact du confinement sur la chimie atmosphérique ?

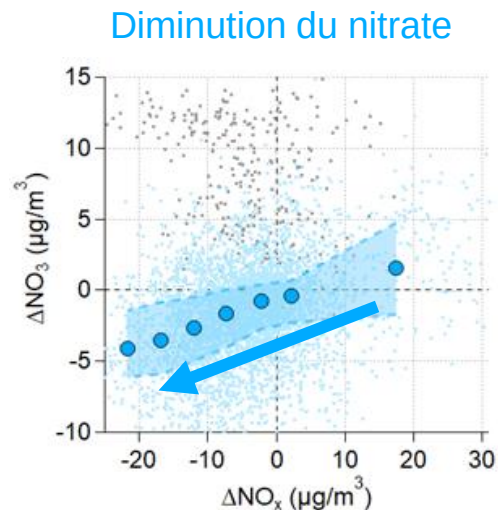
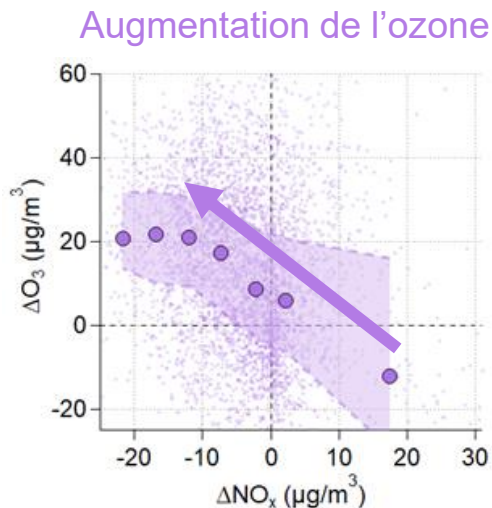
Mise en place d'une méthodologie innovante à partir de la richesse des données du SIRTA



Evènements remarquables : Le confinement du printemps 2020 *Petit et al. (2021)*

Arrêt du trafic automobile : - 47% concentration NO_x

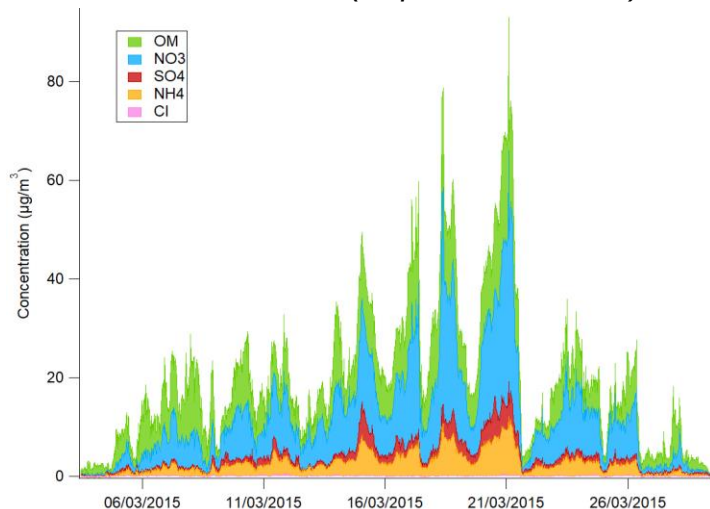
Quel impact sur les polluants secondaires ?



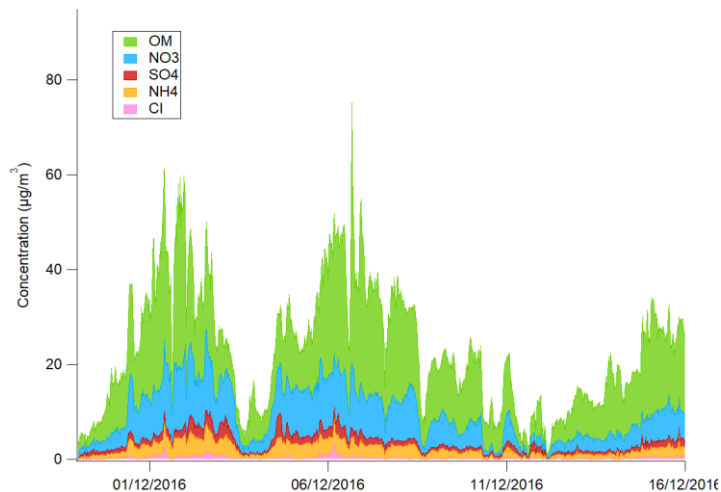


Evènements remarquables : Les épisodes de pollution

Mars 2015 (Dupont et al., 2015)



Décembre 2016 (Foret et al., 2022)



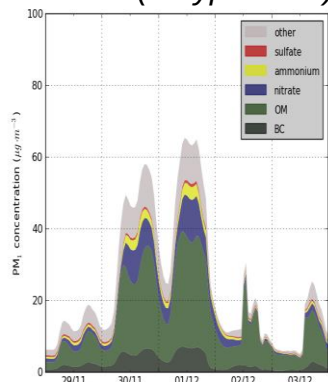
Diversité de composition, de sources et de variabilités temporelles (Petit et al., 2015)



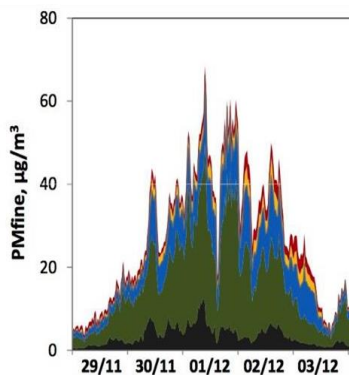
Créateurs de liens entre communautés

Evaluation de modèles

Model (Polyphemus)



Observations

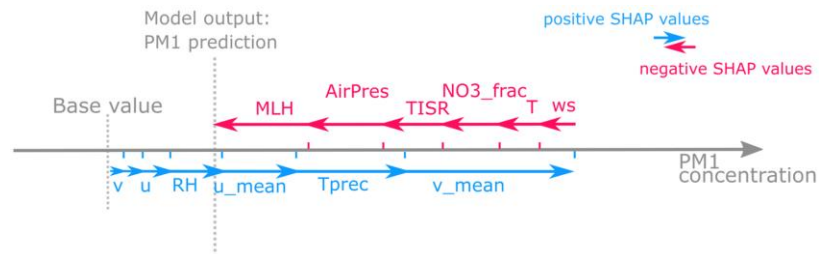


Estimation des émissions de précurseurs anthropiques d'aérosols organiques

Foret et al. (2022)

Impact de la dynamique

Stirnberg et al. (2021)





- Labellisation ACTRIS
- ACMCC : Upscale & développement services innovants
- Jeux Olympiques 2024 !
- ToF-ACSM-X (2024) : vers une meilleure caractérisation de la pollution secondaire
- Renforcement des liens avec d'autres communautés: GES, Remote Sensing, Modèles, Santé
(*RI-URBANS, ICOS-Cities, Lock'Air, ENZU, TREMOLO ...*)



D. Baisnée
N. Bonnaire
L. Foliot
V. Gros
C. Kalalian
B. Languille
J.E. Petit
R. Sarda-Estève
J. Sciare
L. Simon
F. Truong



C. Boitel
M.A. Drouin

INERIS

T. Amodeo
R. Aujay
H. Cheibachieb
O. Favez
V. Kumar
C. Marchand
L. Meunier
Y. Zhang

MERCI – THANK YOU

Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL)