



École des Ponts

ParisTech

UNIVERSITÉ
— PARIS-EST



Modélisation des particules en Île-de-France : Emissions de composés organiques semi volatiles et état de mélange

K. Sartelet, S. Zhu, Y. Kim, C. Seigneur, O. Favez, V. Gros

29 juin 2017

Introduction

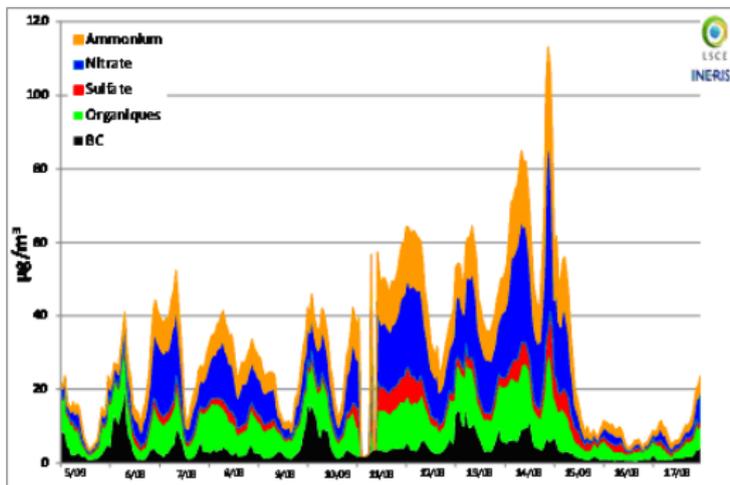
Polluants primaires et secondaires

- ▶ De nombreux polluants sont **secondaires** : O₃, PM...
- ▶ Les composés des particules
 - ▶ Poussières, carbone élémentaire (EC)
 - ▶ inorganiques (Na⁺, SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, Cl⁻), organiques (composés primaires POA et secondaires SOA)
- ▶ **PM primaires** : trafic, industries, chauffage, océan, feux, désert
- ▶ **PM secondaires** : formées par réactions chimiques dans l'atmosphère



Introduction

Épisode de pollution de mars 2014 à Paris

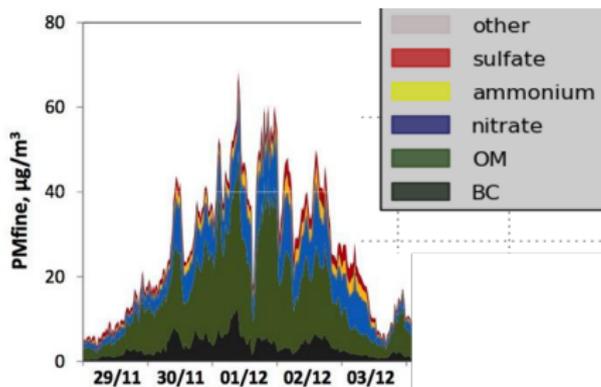


Fraction
secondaire
↓
Difficulté pour
les politiques
publiques

Composition chimique des particules
(Source : SIRT/IPS/LSCCE et Ineris)

Introduction

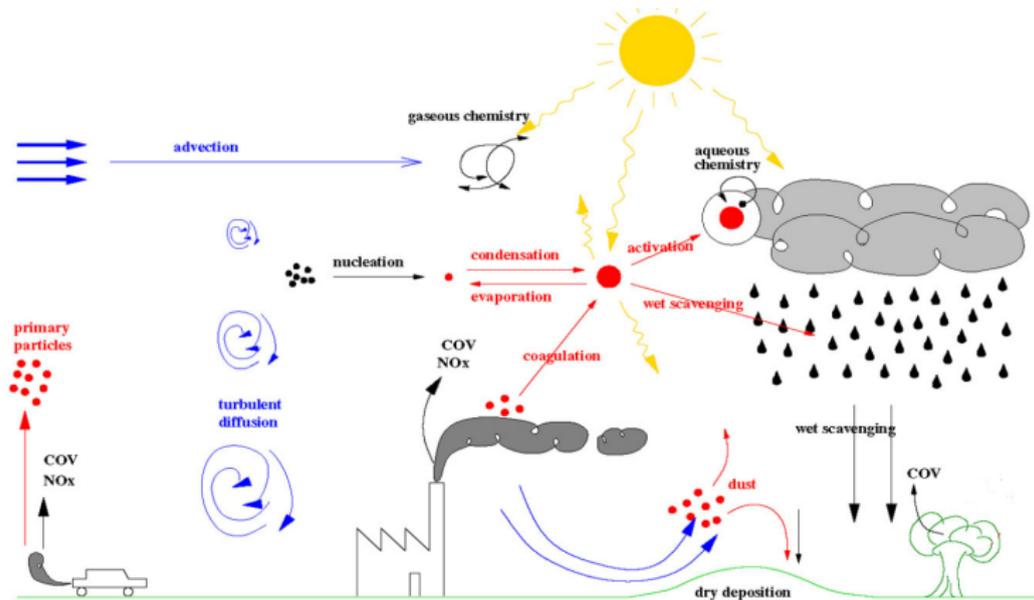
Épisode de pollution de décembre 2016 à Paris



Composition chimique des particules
(Source : SIRT/IPS/LSC/et Ineris)

- ▶ Fortes concentrations d'organiques (OM)
- ▶ Des simulations montrent que 85% de la pollution est locale

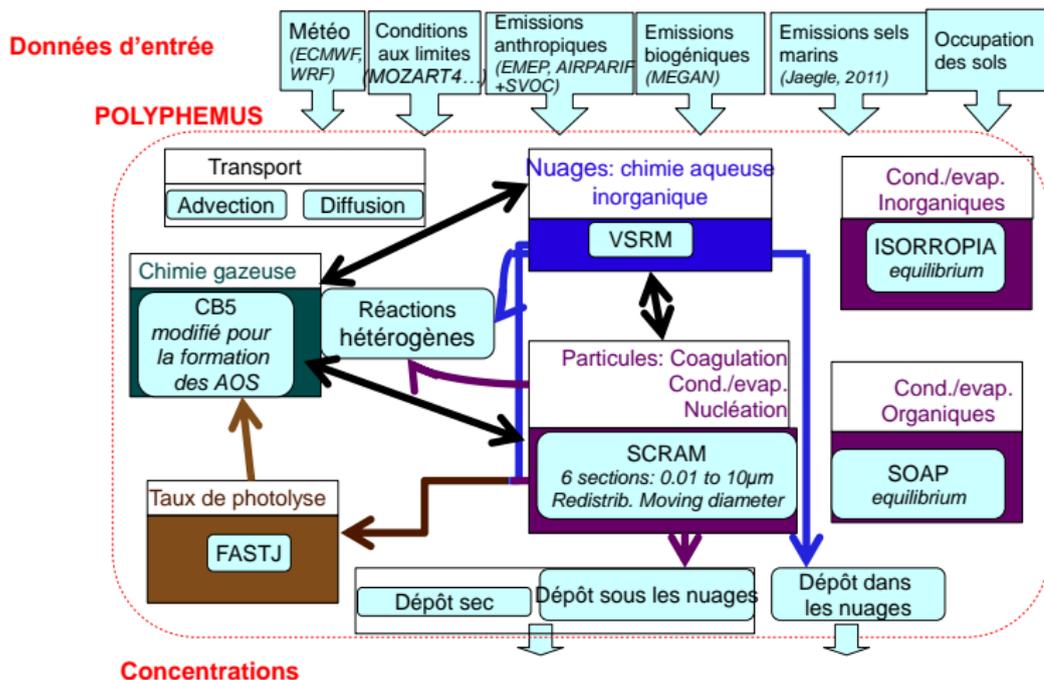
Processus influençant la qualité de l'air



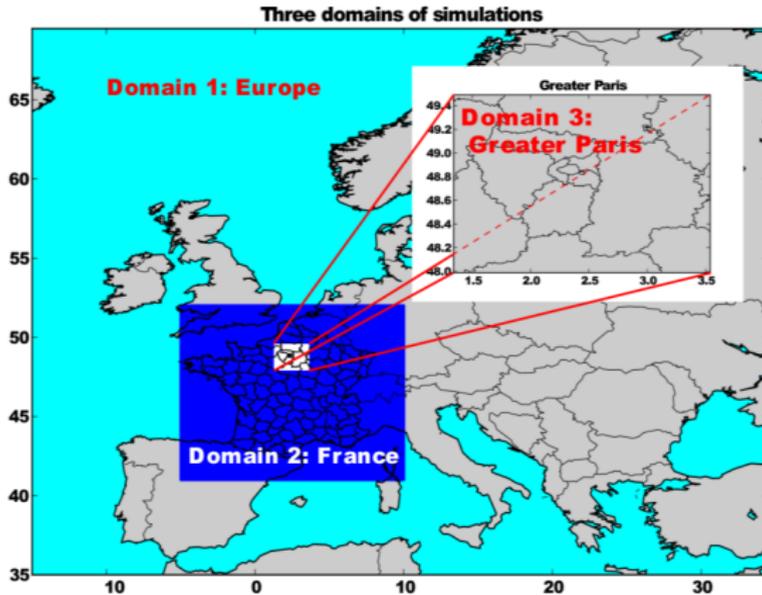
- ▶ météo - transport
- ▶ physico-chimie
- ▶ dépôt

Modélisation de la qualité de l'air

Polyphemus



Modélisation de la qualité de l'air sur l'Île-de-France

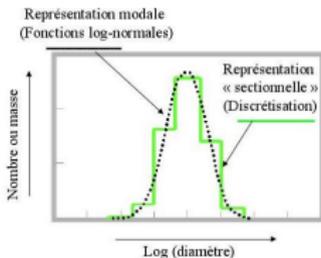


Simulations emboîtées : Europe, France, Île-de-France

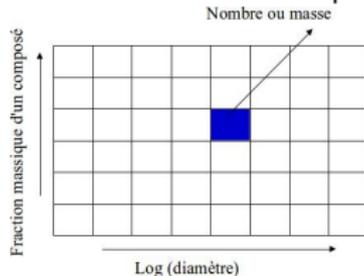
Processus physico-chimiques liés aux particules

La dynamique des aérosols

Discrétisation en taille

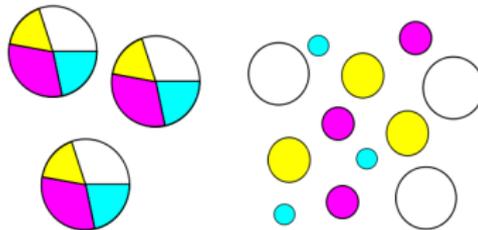


Discrétisation en taille et composition



(a) Internally Mixed

(b) Externally Mixed



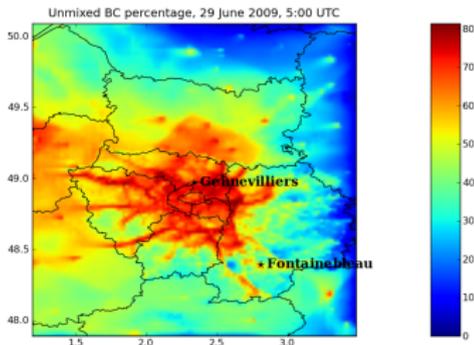
- Modèle SCRAM pour représenter l'état de mélange des particules.

[Zhu et al. Geophys. Mod. Dev. 2015]

Processus physico-chimiques liés aux particules

La dynamique des aérosols

Pourcentage de la masse de carbone
élémentaire non mélangée



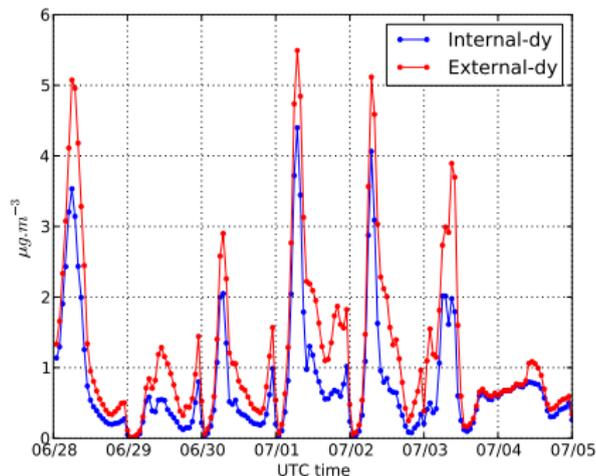
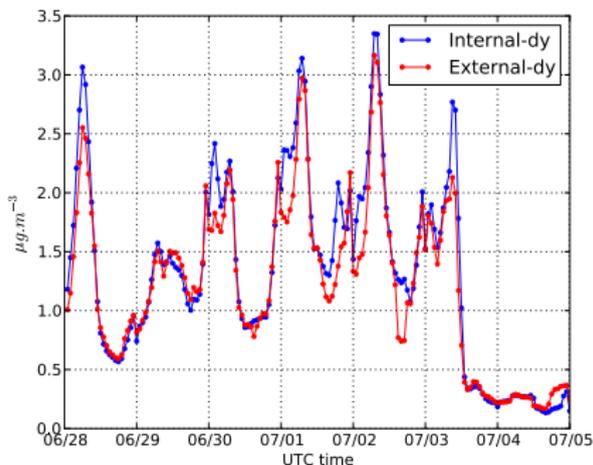
L'état de mélange des particules
influence

- ▶ la composition des particules (composés secondaires)
- ▶ les propriétés optiques et l'activation des particules lors de la formation des nuages

[Zhu et al. Geophys. Res. Atmos. 2016 ; Zhu et al. Faraday Discuss. 2016]

Processus physico-chimiques liés aux particules

La dynamique des aérosols

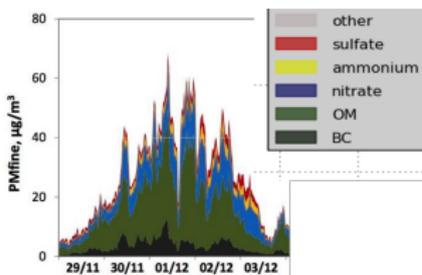


- ▶ Evolution temporelle de l'ammonium et du nitrate à Genevilliers.
- ▶ On simule plus de nitrate et moins d'ammonium en prenant en compte l'état de mélange des particules.

Processus physico-chimiques liés aux particules

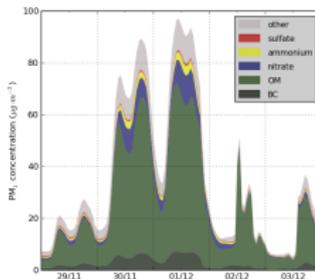
La formation des aérosols organiques secondaires

- ▶ Les inventaires d'émission ne fournissent pas actuellement la fraction gazeuse des **composés organiques semi volatils (COSV)**.
- ▶ Composés importants lors des pics de pollution hivernaux.
- ▶ Mesures à l'émission
⇒ COSV/AOP (Aérosol Organique Primaire) $\simeq 2,5$ en France.

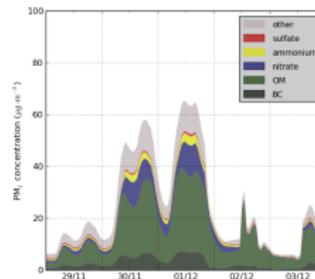


Mesures

PM_{10e} SIRTA



COSV/AOP = 5

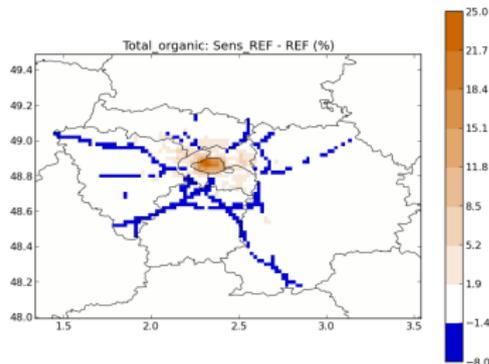
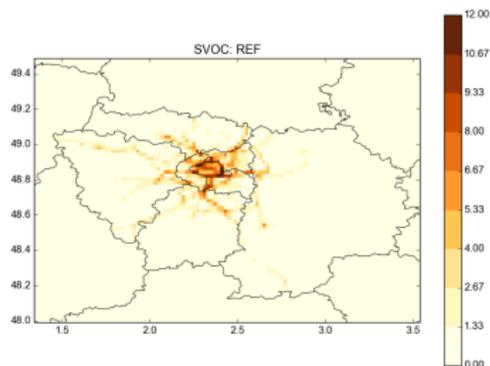


COSV/AOP = 2.5

Processus physico-chimiques liés aux particules

La formation des aérosols organiques secondaires

- ▶ Fortes incertitudes sur les émissions de COSV et leur devenir dans l'atmosphère.



Emissions de COSV en tonnes/an par le trafic estimées à partir des émissions de AOP

Différence relative des concentrations de COSV, si les émissions de COSV du trafic sont estimées à partir de celles de COV ou bien de AOP.

Conclusions

- ▶ La composition des particules en Île de France est différente selon les saisons
- ▶ Les particules en Île de France sont peu mélangées (index de l'état de mélange est environ 60%) : des particules de différentes origines/compositions coexistent
- ▶ Importance de modéliser l'état de mélange pour la formation des composés secondaires (nitrate d'ammonium) et les propriétés optiques des particules
- ▶ Emissions de composés organiques semi volatils influencent fortement les concentrations d'aérosols organiques secondaires au SIRTA en hiver.
- ▶ La représentation des émissions du COSV du trafic influence fortement les concentrations d'organiques dans Paris, mais peu au SIRTA (influence des émissions du secteur résidentiel plus importante).