

Sujet de thèse

Modélisation de la qualité de l'air: nombre de particules

Équipe d'accueil : Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique, Laboratoire Commun École des Ponts Paris Tech/EDF R&D, Université Paris Est, 6-8 Avenue Blaise Pascal, Cité Descartes, Champs sur Marne, 77455 Marne la Vallée Cedex 2

Résumé du sujet : Le but de cette thèse est de modéliser la concentration en nombre des particules à l'échelle urbaine avec le logiciel Polyphemus pour la qualité de l'air, et de comparer les résultats du modèle avec des résultats de campagne de mesures (e.g. megapoli) afin d'élucider les principaux facteurs gouvernant le nombre de particules en zone urbaine.

Mots clés : Qualité de l'air, concentration en masse, concentration en nombre, particules

Financement : CEREa, École des Ponts, 1600 euros net/mois

Contact : **Karine Sartelet, Christian Seigneur** (sartelet@cerea.enpc.fr).

1 Contexte

Le CEREa a développé le système Polyphemus de modélisation de la qualité de l'air (<http://cerea.enpc.fr/polyphemus/>). Cette plateforme contient un modèle de chimie-transport qui est utilisé aux échelles urbaines, régionales et continentales pour simuler les concentrations de polluants gazeux et particulaires. Bien que les réglementations actuelles ne concernent que la masse des particules, il est aujourd'hui reconnu que le nombre de particules a aussi un impact néfaste sur la santé humaine. Ainsi, de nombreux modèles aux États-Unis commencent à modéliser le nombre de particules dans les modèles de qualité de l'air (e.g [1]). Il est donc souhaitable de simuler à la fois la masse et le nombre de particules atmosphériques et de s'assurer que ces simulations représentent bien les concentrations mesurées dans l'atmosphère.

2 Sujet de thèse

Le but de cette thèse est de modéliser la concentration en nombre des particules à l'échelle urbaine avec le système Polyphemus de modélisation de la qualité de l'air, et de comparer les résultats du modèle avec des résultats de campagnes de mesures (e.g. megapoli) afin d'estimer la qualité de la modélisation du nombre de particules.

Le système Polyphemus a été validé sur l'Europe par comparaison à des données in-situ de concentrations en masse de gaz et de particules ([2]), et d'épaisseur optique (une mesure de la fraction de la lumière diffuse ou absorbée par les particules, [3]). Les épaisseurs optiques sont notamment utilisées pour calculer l'impact des particules sur les taux de photolyse ([4]). Ces épaisseurs dépendent fortement de la concentration en nombre des particules. Des études de sensibilité ([5]) ont permis de déterminer à quels paramètres et paramétrisations les concentrations en masse des polluants sont les plus sensibles : le schéma chimique utilisé, la paramétrisation de la diffusion verticale dans la couche limite et la paramétrisation des nuages.

Les concentrations de particules sont modifiées dans l'atmosphère sous l'effet de différents processus dynamiques, tels que la coagulation, la condensation, l'évaporation, la dissolution en phase aqueuse et la nucléation de nanoparticules ([6]). Bien que la concentration en nombre des particules soit modélisée dans le modèle "boîte" (i.e. sans résolution spatiale ; 0D) de particules de Polyphemus, elle n'est pas traitée de manière explicite dans le modèle de la qualité de l'air (i.e. 3D). Dans le cadre de cette thèse, des algorithmes nouveaux de simulation de la dynamique des particules qui sont valides à la fois pour la masse et le nombre seront implémentés.

Dans le cadre de la campagne de mesures "Megapoli" effectuée en 2009-2010 en Île de France, de nombreuses mesures de la masse, des épaisseurs optiques et de la concentration en nombre des particules ont été réalisées. Des comparaisons des épaisseurs optiques modélisées par Polyphemus avec les mesures ont déjà été effectuées ([7]). Cette base de données sera maintenant utilisée pour évaluer la qualité de la modélisation du nombre de particules. Les émissions des particules étant connues seulement pour la masse des particules, des hypothèses seront faites pour estimer les émissions en nombre des particules, ainsi que la sensibilité de la modélisation à ces émissions.

Les résultats de ces travaux permettront de mieux comprendre les processus qui mènent aux niveaux de concentrations en nombre des particules dans les villes et seront utiles pour anticiper les évolutions de la qualité de l'air dans les années futures.

Références

- [1] J.T. Kelly, J. Avise, C. Cai, and A.P. Kaduwela. Simulating particle size distributions over california and impact on lung deposition fraction. *Aerosol Sc. and*

- Tech.*, 45 :148–162, 2010.
- [2] K.N. Sartelet, É. Debry, K. Fahey, Y. Roustan, M. Tombette, and B. Sportisse. Simulation of aerosols and gas-phase species over Europe with the Polyphemus system : Part I–Model-to-data comparison for 2001. *Atmos. Env.*, 41(29) :6116–6131, 2007.
 - [3] M. Tombette, P. Chazette, B. Sportisse, and Y. Roustan. Simulation of aerosol optical properties over Europe with a 3D size-resolved aerosol model : comparisons with AERONET data. *Atmos. Chem. Phys.*, 8 :7115–7132, 2008.
 - [4] E. Real and K.N. Sartelet. Modeling of photolysis rates over europe : impact on chemical gaseous species and aerosols. *Atmos. Chem. Phys.*, 11 :1711–1727, 2011.
 - [5] Y. Roustan, K.N. Sartelet, M. Tombette, É. Debry, and B. Sportisse. Simulation of aerosols and gas-phase species over Europe with the POLYPHEMUS system. Part II : Model sensitivity analysis for 2001. *Atmos. Env.*, 44(34) :4219–4229, 2010.
 - [6] É. Debry, K. Fahey, K. Sartelet, B. Sportisse, and M. Tombette. Technical Note : A new SIze REsolved Aerosol Model (SIREAM). *Atmos. Chem. Phys.*, 7(6) :1537–1547, 2007.
 - [7] P. Royer, P. Chazette, K Sartelet, Q.J. Zhang, M. Beekmann, and J.-C. Raut. Lidar-derived PM10 and comparison with regional modeling in the frame of the MEGAPOLI Paris summer campaign. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 11 :11861–11909, 2011.