

# Avancées sur la modélisation des aérosols dans le modèle CHIMERE

Florian Couvidat, Bertrand Bessagnet, Augustin Colette

▶ **To cite this version:**

Florian Couvidat, Bertrand Bessagnet, Augustin Colette. Avancées sur la modélisation des aérosols dans le modèle CHIMERE. Rapport Scientifique INERIS, 2018, 2017-2018, pp.40-41. ineris-02044868

**HAL Id: ineris-02044868**

**https://ineris.hal.science/ineris-02044868**

Submitted on 21 Feb 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **Avancées sur la modélisation des aérosols** dans le modèle CHIMERE

**Contributeurs**
Florian COUVIDAT,
Bertrand BESSAGNET,
Elsa REAL,
Augustin COLETTE

L'unité de modélisation atmosphérique et cartographie environnementale de l'Ineris développe et met en œuvre le modèle de chimie-transport CHIMERE pour ses missions d'appui aux politiques publiques, de recherche et ses activités d'expertise. La partie la plus visible de la modélisation de la qualité de l'air concerne la plateforme nationale de prévision de la qualité de l'air PREV'AIR coordonnée par l'Institut en collaboration avec Météo France, le CNRS et le Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air. PREV'AIR met à disposition des prévisions à courte échéance (de l'ordre de quelques jours), mais les modélisations CHIMERE servent aussi à évaluer l'efficacité des politiques de gestion de la qualité de l'air que ce soit en rétrospectif (pour des analyses de tendances) ou en projection pour évaluer l'amélioration de qualité de l'air qui est attendue en termes de baisses d'émissions programmées, comme cela avait été fait pour le Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques – PREPA adopté pour la période 2017-2021 (décret et arrêté du 10 mai 2017).
CHIMERE est un modèle déterministe qui résout les équations régissant le transport et l'évolution physico-chimique des particules en utilisant en entrée les données de flux d'émissions induits principalement par les activités humaines et les champs météorologiques qui influent sur l'accumulation et la dispersion des polluants.

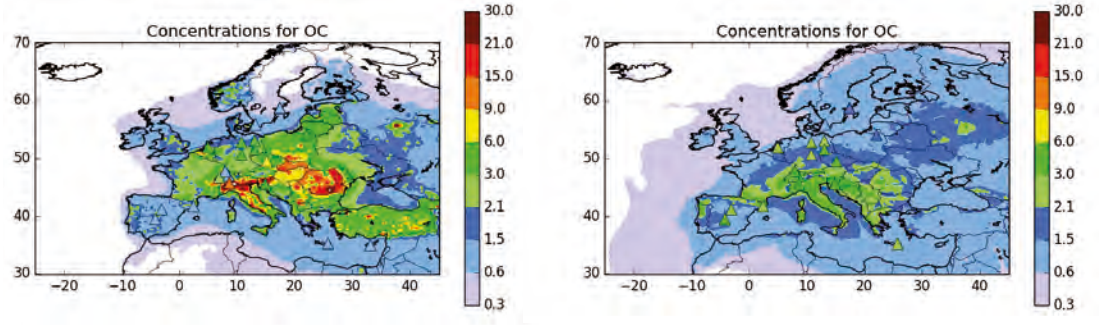
## Les particules dans l'atmosphère

Les particules sont de la matière condensée (solide ou liquide) en suspension dans l'atmosphère. Elles sont constituées par un mélange complexe de composés organiques ou inorganiques pouvant avoir des sources anthropiques (industries, chauffage au bois, trafic routier ou non routier, agriculture) ou naturelles (sels marins, poussières désertiques) et peuvent être à la fois primaires (directement émises sous forme de particules) ou secondaires (formées par réaction chimique dans l'atmosphère).
Les particules sont séparées en fonction de leur diamètre aérodynamique : les $PM_{10}$ (particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm) et les $PM_{2,5}$ (particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm). On distingue aussi les nanoparticules de diamètre inférieur à 100 nm. Les particules grossières (diamètre entre 2,5 et 10 µm) ont des durées de vie faibles dans l'atmosphère car elles se déposent rapidement. Au contraire, les $PM_{2,5}$ se déposent lentement et peuvent rester en suspension dans l'atmosphère pendant plusieurs jours et se transformer.
La multitude des phénomènes microphysiques et chimiques intervenant dans la formation des particules (nucléation, coagulation, condensation/évaporation, oxydation en phase gazeuse et dans la phase aqueuse des nuages) rend la modélisation des particules particulièrement complexe.

## Développement d'un nouveau module d'aérosol

Depuis une quinzaine d'années, l'Ineris participe activement au développement du module d'aérosol de CHIMERE en collaboration avec le Laboratoire de météorologie dynamique du CNRS et de l'École polytechnique. Récemment, une mise à jour du module d'aérosol a été réalisée pour prendre en compte les avancées scientifiques les plus récentes.

**Figure 1** / Concentrations de carbone organique (µg/m³) simulé par le modèle CHIMERE sur les mois de janvier et juillet 2013. Les triangles correspondent aux valeurs mesurées sur site.



Ce module d'aérosol est développé en partenariat avec le laboratoire CEREA, centre de recherche commun de l'école des Ponts Paritech et d'EDF.
Parmi les principaux développements, la modélisation des aérosols organiques secondaires (AOS) intègre désormais un mécanisme chimique prenant en compte les propriétés hydrophiles et hydrophobes des particules formées par oxydation des précurseurs biogéniques (venant des émissions de la végétation : isoprène, monoterpènes, sesquiterpènes) et anthropiques (composés aromatiques). L'oxydation de ces composés mène à la formation de composés semi-volatils dont le partage gaz/particules est simulé par un module gérant la non-idéalité de l'aérosol (influence des interactions entre composés organiques sur la formation d'aérosols).
La **Figure 1** illustre les concentrations d'aérosol organique simulées par le nouveau module d'aérosols de CHIMERE.
En ce qui concerne la formation d'aérosols inorganiques secondaires (sulfates, nitrates et ammonium), le modèle prend mieux en compte les conditions météorologiques dans les équilibres thermodynamiques ainsi que la condensation de l'acide nitrique sur les sels marins et les poussières désertiques.
Les résultats du nouveau module ont été comparés aux mesures de $PM_{2,5}$, $PM_{10}$ et de composition d'aérosols, effectuées en Europe. Cette analyse montre de bonnes performances de CHIMERE pour simuler de manière générale les particules **(Figure 1)**. Cependant, le modèle a encore tendance à sous-estimer les teneurs en aérosols organiques en été et à surestimer les concentrations de nitrate d'ammonium en hiver en Europe de l'Est (probablement à cause d'une surestimation des émissions d'ammoniac).


## ABSTRACT /

**Ineris operates and develops the CHIMERE chemistry transport model which is now widely used throughout Europe and beyond for air quality forecasting and assessment. To maintain the model at the state of the art and improve its performances, CHIMERE needs to be regularly updated to take into account the last findings on air quality modeling. In this spirit, a new aerosol module was developed and implemented into CHIMERE. Developments include the revision the algorithms of condensation/evaporation and coagulation processes and the implementation of a new secondary organic aerosol mechanism.**
**Concentrations of particles over Europe were simulated for the year 2013 and were compared to available PM concentrations and speciation measured at several stations in Europe. The model gives satisfactory performance in general but overestimates ammonium nitrate concentrations during late autumn (possibly due to problems in the temporal evolution of emissions) and underestimates summer organic aerosol concentrations over most of the stations (especially in northern Europe).**



Référence

Couvidat F. ; Bessagnet B. ; Garcia-Vivanco M. ; Real E. ; Menut L. and Colette A.: Development of an inorganic and organic aerosol model (CHIMERE 2017ß v1.0): seasonal and spatial evaluation over Europe, Geosci. Model Dev., 11, 165-194, https://doi.org/10.5194/gmd-11-165-2018, 2018.