



**HAL**  
open science

## **CHIMERE : vers la modélisation de la qualité de l'air à l'échelle du globe**

Augustin Colette, Florian Couvidat, Bertrand Bessagnet

► **To cite this version:**

Augustin Colette, Florian Couvidat, Bertrand Bessagnet. CHIMERE : vers la modélisation de la qualité de l'air à l'échelle du globe. Rapport Scientifique INERIS, 2017, 2016-2017, pp.20-21. ineris-01869655

**HAL Id: ineris-01869655**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869655>**

Submitted on 6 Sep 2018

**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.

# CHIMERE : VERS LA MODÉLISATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR À L'ÉCHELLE DU GLOBE

## Contributeurs

Augustin  
COLETTE,

Florian  
COUVIDAT,

Bertrand  
BESSAGNET

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<sup>1</sup> coordonnée par l'Institut en collaboration avec Météo-France, le CNRS et le LCSQA. 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 polluants atmosphériques - PREPA).

CHIMERE est un modèle déterministe. À l'inverse des modèles statistiques, il n'est pas calibré sur des observations mais repose sur les équations de physique et de chimie de l'atmosphère qui régissent le transport et la transformation des polluants. Les données d'entrée qu'il requiert sont les flux d'émissions induits principalement par les activités humaines, et aussi les champs météorologiques qui influent sur l'accumulation des polluants.

## DE NOUVELLES PROJECTIONS

En 2016, le modèle a bénéficié d'une évolution majeure avec le passage vers l'échelle du globe. Comme tous les modèles de qualité de l'air, CHIMERE a historiquement été mis en œuvre sur des domaines restreints : typiquement une ville, une région, un pays ou – au maximum – un continent. Les développements récents ont permis de lever ce verrou de telle sorte que le modèle peut à présent être déployé sur l'ensemble du globe. Pour atteindre cet objectif, un travail important a été conduit pour modifier les projections géographiques utilisées et éviter les singularités numériques que présentent les maillages réguliers en latitude/longitude aux pôles Nord et Sud, mais aussi pour mieux prendre en compte la spécificité de l'utilisation des sols et du cycle de végétation sur le globe, ou encore étendre l'extension verticale du domaine. Un travail majeur a aussi été nécessaire pour

déployer des inventaires d'émissions à l'échelle du globe. L'ensemble de ces évolutions a été publié dans l'article introduisant la version mise à disposition des utilisateurs en licence libre en 2017 [1].

## UNE RÉOLUTION SANS PRÉCÉDENT

L'Ineris, en tant que co-développeur de ce modèle, a proposé de mettre en œuvre cette nouvelle version avant sa distribution publique dans une configuration tout à fait inédite. Le domaine de simulation recouvrait l'ensemble de l'hémisphère nord, et ce à une résolution sans précédent de l'ordre de 10 km. Il existe certes depuis plusieurs années des modèles de chimie de l'atmosphère globaux, qui deviennent de plus en plus raffinés spatialement avec l'augmentation des ressources de calcul. Leur résolution atteint aujourd'hui les 50 km dans les configurations les plus ambitieuses. Mais surtout il faut noter que ces modèles globaux ont été conçus pour étudier la chimie troposphérique et stratosphérique. Alors que seuls les modèles de qualité de l'air proposent aujourd'hui une représentation fine des processus de surface importants pour la pollution atmosphérique notamment dans les zones densément peuplées, comme la chimie complexe des aérosols.

Le déploiement de CHIMERE sur un domaine hémisphérique à une telle résolution spatiale a été possible grâce aux ressources de calcul mises à disposition par le Centre de calcul recherche et technologie (CCRT, dont l'Ineris est partenaire) dans le cadre du grand challenge de l'inauguration du calculateur Cobalt. Ce supercalculateur de marque Atos-Bull a été livré en 2016. Il possède près de 40 000 cœurs de calcul pour une puissance totale de 1,5 petaflop.

Des cartographies hémisphériques sont présentées (figure 1) pour divers polluants. Pour les particules fines (PM<sub>2,5</sub>), le champ de concentration de mi-mars 2014 correspond à un des pires épisodes de pollution particulaire en Europe de ces dernières années, mais on constate que, même pour cette journée, les niveaux de pollution sont largement plus importants sur l'Asie. Le caractère transfrontalier de cette pollution apparaît bien sur ces cartes, mais les panaches intercontinentaux sont encore plus visibles sur la cartographie de l'ozone. De la

même manière, des panaches massifs de poussières désertiques ont été simulés, tels que ceux qui affectent régulièrement les Antilles.

Ces simulations n'auraient pas été possibles sans l'évolution du modèle CHIMERE dans sa version 2017 [1]. Elles feront l'objet de plus amples analyses dans des publications à venir. Elles ont également servi de support à une vidéo de présentation générale de la modélisation de la qualité de l'air mise à disposition sur la chaîne Youtube de l'Ineris<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> [www.prevoir.org](http://www.prevoir.org)

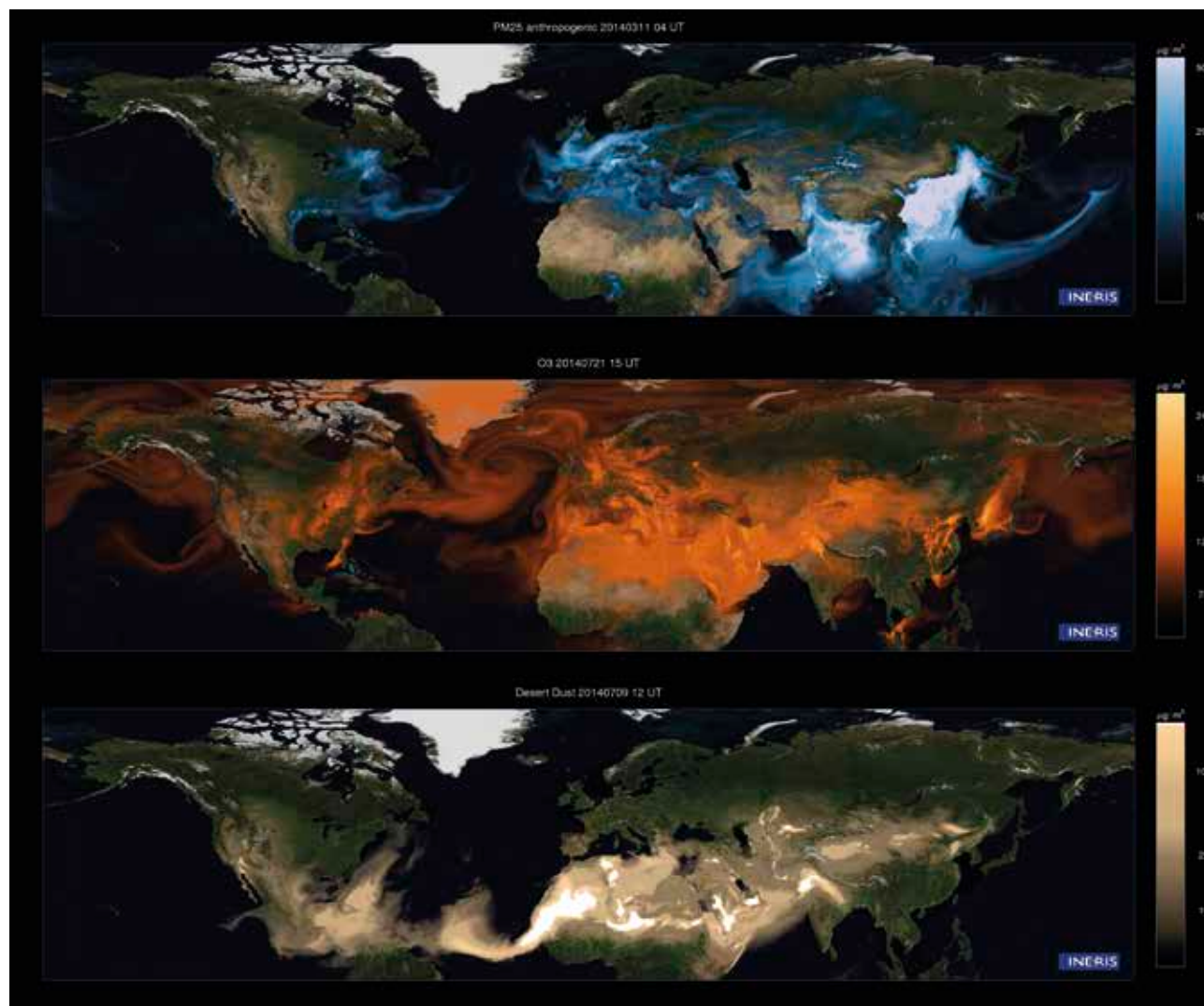
<sup>2</sup> <http://bit.ly/2Aj0bAt>

#### Référence

[1] Mailler, S.; Menut, L.; Khvorostyanov, D.; Valari, M.; Couvidat, F.; Siour, G.; Turquety, S.; Briant, R.; Tuccella, P.; Bessagnet, B.; Colette, A.; Létinois, L.; Markakis, K.; and Meleux, F.: CHIMERE-2017: from urban to hemispheric chemistry-transport modeling, *Geosci. Model Dev.*, 10, 2397-2423, 10.5194/gmd-10-2397-2017, 2017.

#### 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. Ineris also relies on this model for operational air quality forecasting in France through the [prevoir.org](http://prevoir.org) platform, but also in Europe for the Copernicus Atmospheric Monitoring Service. A new version of the model has been completed in 2017 that allows to reach out to global air quality modeling. Taking the opportunity of the 2016 computing challenge of the new high performance computer of the Centre de Calcul Recherche et Technologie, unprecedented air quality simulations were performed by Ineris over the northern hemisphere at an outstanding resolution of 10 km. The modeling results offer an excellent illustration of the global air quality issue, where fine knowledge of physics and chemistry is required over the main polluted areas that also affect the wider atmosphere throughout the globe.



**Figure 1 /**

Cartographies de particules fines (PM<sub>2,5</sub>), d'ozone (O<sub>3</sub>) et de poussières désertiques simulées avec la version hémisphérique du modèle CHIMERE à une résolution spatiale sans précédent de 10 km.