



**HAL**  
open science

## Interaction d'échelles dans les modèles de chimie-transport pour mieux connaître l'impact des grandes villes sur leur environnement

Guillaume Siour, Augustin Colette

► **To cite this version:**

Guillaume Siour, Augustin Colette. Interaction d'échelles dans les modèles de chimie-transport pour mieux connaître l'impact des grandes villes sur leur environnement. Rapport Scientifique INERIS, 2014, 2013-2014, pp.56-57. ineris-01869510

**HAL Id: ineris-01869510**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869510>**

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.



Guillaume  
SIOUR

Augustin  
COLETTE

# INTERACTION D'ÉCHELLES DANS LES MODÈLES DE CHIMIE-TRANSPORT POUR MIEUX CONNAÎTRE L'IMPACT DES GRANDES VILLES SUR LEUR ENVIRONNEMENT

## Références

Siour G., Colette A., Menut L., Bessagnet B., Coll I., Meleux F. Bridging the scales in a eulerian air quality model to assess megacity export of pollution *Environmental Modelling & Software*, 2013, 46 : p. 271-282

Siour G., Thèse de doctorat Modélisation et évaluation de l'impact multi-échelles des mégapoles européennes, Univ. Paris Est Créteil, 2012

Outre leur impact direct sur la santé de leurs habitants, les mégapoles contribuent significativement à la pollution de fond influençant des domaines géographiques allant bien au-delà (le continent par exemple). Dans le cadre d'une campagne effectuée au Mexique il a été démontré que dans un rayon de 100 km autour de la ville de Mexico, les concentrations de NO<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub> proviennent à 50 % des émissions de la ville elle-même. Afin de déterminer si l'on peut s'attendre à des chiffres équivalents en Europe, deux nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées au modèle de chimie-transport CHIMERE co-développé par le CNRS et l'INERIS. L'une est dédiée à l'estimation du flux de matière exportée autour d'une zone donnée. L'autre implique une modification du maillage du modèle afin de pouvoir effectuer un zoom

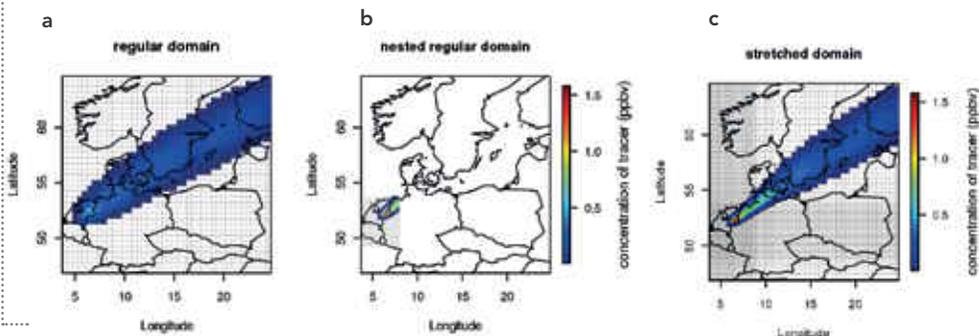
sur une région donnée de manière couplée, alors que l'utilisation classique de domaines imbriqués ne permet pas de rétroaction de la fine échelle vers le grand domaine.

### Intégration de deux nouveaux modules

Résoudre les équations de la chimie et du transport atmosphérique sur une grille zoomée dans le modèle permet une représentation plus précise des conditions dans lesquelles les processus pilotant la formation des photo-oxydants ont lieu (dans et autour du domaine finement résolu). De plus, une meilleure résolution limite la diffusion numérique et permet de mieux définir l'intensité et la taille des panaches sur des distances de plusieurs centaines de kilomètres.

Figure 1

La nouvelle grille de simulation « zoomée » (a) pour le modèle de chimie-transport CHIMERE permet de raffiner le maillage sur une zone donnée (ici le sud-ouest du domaine), tout en préservant la possibilité d'étudier l'impact de cette zone sur son environnement à plus grande échelle, contrairement à la technique d'imbrication de domaines qui préexistait (b) tout en améliorant la représentation du panache par rapport à un modèle peu résolu (c).



*In Chemistry Transport Models (CTMs), spatial scale interactions are often represented through off-line coupling between large and small scale models. However, such nested configurations cannot give account of the impact of the local scale on its surroundings. This issue can be critical in areas exposed to regions with sharp pollutant emission gradients such as megacities. We introduced a new development making use of a horizontal stretched grid, in the Eulerian CTM CHIMERE. This method, referred to as “zooming”, consists in the introduction of local zooms in a single chemistry-transport simulation. It allows online bridging of spatial scales from the city to the continental scale. Testing the approach over a continental European domain, zoomed over Benelux, we demonstrate that, compared with one-way nesting, the zooming method allows the representation of a significant feedback of the refined domain towards the large scale showing that this approach constitutes a useful tool to understand the interactions of megacities with their continental environment.*

L'efficacité de la grille de modélisation zoomée a été démontrée dans le cadre des travaux menés dans les projets européens CITYZEN et MEGAPOLI (FP7). L'implémentation de cette technique a également permis de définir plus précisément le rayon d'impact d'une mégapole en décrivant mieux les concentrations d'ozone et de NO<sub>2</sub> alentour.

Un module novateur de calcul des flux de polluants échangés entre les différentes zones du domaine géographique ciblé a aussi été développé et validé. L'avantage des travaux réalisés, par rapport à d'autres études, est de pouvoir prendre en compte les processus de production d'espèces chimiques secondaires dans le système d'échange des flux, en parallèle des processus classiques d'émissions et de dépôt.

### Résultats

L'étude s'est focalisée sur deux zones européennes particulièrement sensibles du point de vue de la pollution de l'air : le Benelux et la vallée du Pô. Le bilan des mégapoles est fortement en faveur de l'export de polluants primaires (tels que le NO<sub>2</sub> ou les particules de type PM<sub>10</sub> d'origine anthropique). Le bilan est plus complexe pour les polluants secondaires. Le Benelux exporte une grande quantité d'ozone et peut donc contribuer de façon directe à augmenter les niveaux de fond dans la région environnante. Par contre dans la vallée du Pô, à cause de mécanismes de recirculation dans cette région où les conditions atmosphériques stagnantes sont importantes, le bilan peut être en faveur de l'import.

Ce résultat est en effet confirmé par l'estimation du rayon d'impact des mégapoles, réalisée sur des simulations de dix années consécutives, et sur les mêmes deux zones géographiques. Ainsi il a été démontré que les émissions primaires de la vallée du Pô avaient tendance à rester confinées dans un rayon moyen de 200 km, contrairement aux émissions de la région du Benelux qui peuvent être transportées sur une plus large surface (au-delà de 500 km). De même, si leur zone d'influence est fortement dépendante des courants atmosphériques prédominants, les calculs montrent que la configuration régionale joue un rôle clé à l'échelle continentale : ainsi, alors que les émissions anthropiques de la région du Benelux sont majoritairement exportées vers l'Est, l'export des émissions de la vallée du Pô ne montre pas de voie préférentielle.

**Figure 2**

Zone d'influence des polluants primaires émis en vallée du Pô (gauche) et dans le Benelux (droite).

