



**HAL**  
open science

## Nouvelle méthode d'exploration d'ensemble : l'impact du climat sur la qualité de l'air en Europe

Vincent Lemaire, Augustin Colette, Laurent Menut

### ► To cite this version:

Vincent Lemaire, Augustin Colette, Laurent Menut. Nouvelle méthode d'exploration d'ensemble : l'impact du climat sur la qualité de l'air en Europe. 9. Edition des Journées Interdisciplinaires de la Qualité de l'Air (JIQA), Feb 2017, Villeneuve d'Ascq, France. ineris-01863851

**HAL Id: ineris-01863851**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01863851>**

Submitted on 29 Aug 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.

# Nouvelle méthode d'exploration d'ensemble : l'impact du climat sur la qualité de l'air en Europe.

**V. LEMAIRE<sup>1</sup>, A. COLETTE<sup>1</sup>, L. MENUT<sup>2</sup>**  
[vincent.lemaire-etudiant@ineris.fr](mailto:vincent.lemaire-etudiant@ineris.fr)

<sup>1</sup> Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Verneuil en Halatte, France  
<sup>2</sup> Laboratoire de Météorologie Dynamique, UMR CNRS8539, Ecole Polytechnique, Ecole Normale Supérieure, Université P.M. Curie, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Palaiseau, France

La composition chimique atmosphérique définissant la qualité de l'air dépend de différents facteurs: (i) les émissions de polluants (ii) la chimie atmosphérique et (iii) la météorologie. Lorsque la qualité de l'air est considérée comme dégradée, on est souvent en présence de la combinaison de fortes émissions et de conditions météorologiques défavorables (par exemple un épisode de stagnation tel que la canicule de 2003). Dans le cadre de cette étude, on s'attache principalement à **caractériser l'impact de la météorologie sur la qualité de l'air dans un contexte de changement climatique.**

Certaines variables météorologiques ont une influence directe sur les concentrations de polluants. Par exemple, la température ou les conditions de stagnation traduisent généralement une hausse des concentrations d'ozone (polluant photochimique secondaire). Concernant les particules, la stagnation est aussi propice à l'apparition de fortes concentrations. A l'inverse les précipitations et la hauteur de couche limite constituent un puits important (baisse des concentrations) via le dépôt humide et le phénomène de dilution. Cependant l'incertitude qui pèse sur l'évolution de certaines variables météorologiques (précipitations par exemple) ne permet pas d'évaluer correctement l'effet bénéfique ou néfaste du climat (bénéfice ou pénalité climatique) sur les concentrations de polluants. De plus, une fois cet impact déterminé, il doit être pris en compte dans la construction des politiques de gestion de la qualité de l'air afin qu'elles demeurent efficaces à long terme.

Jusqu'à ce travail, la méthode couramment employée pour estimer l'impact du climat sur la qualité de l'air consiste à forcer un modèle de chimie transport (qui permet de modéliser la qualité de l'air) avec une météorologie qui correspond à des projections régionales climatiques et des émissions constantes afin d'étudier uniquement l'évolution des concentrations liées à celle du climat. Du fait de l'important coût de calcul et de la quantité de données engendrée, les études sont réalisées avec une unique source de données climatiques. On a donc une réponse unique alors que l'on sait qu'en modélisation, la réduction de l'incertitude des résultats peut être obtenue par des modélisations d'ensemble, utilisant plusieurs jeux de simulation pour le même objectif.

Afin de quantifier les incertitudes associées à l'effet du changement climatique sur l'ozone et les particules fines en Europe (8 régions explorées), nous avons mis en œuvre une nouvelle méthode statistique qui permet d'étudier un ensemble de projections climatiques sans forcer un modèle de chimie transport (CTM), de qualifier l'impact du climat et de sélectionner un sous-ensemble de modèles régionaux de climat à utiliser en priorité pour réaliser de futures projections déterministes. En se basant sur un ensemble d'apprentissage de projections de climat et qualité de l'air

déterministes, les principales variables météorologiques affectant la qualité de l'air sont identifiées par région. Puis des modèles statistiques de type GAM (Modèle Additif Généralisé) sont construits afin de prédire les concentrations de polluants à partir des deux variables météorologiques dominantes préalablement identifiées. Par la suite, ces modèles sont appliqués à un ensemble de modèles climatiques régionaux (ici EuroCordex) pour apprécier la robustesse de l'impact du changement climatique. En discutant de l'évolution des variables météorologiques clefs qui régissent les concentrations de polluant, conclure sur l'effet du changement climatique est alors possible.

Après avoir testé la validité des modèles statistiques créés, nous sommes en mesure de fournir une estimation des incertitudes liées à la dispersion des projections régionales de climat issues du programme EuroCordex pour la fin du siècle (2071-2100) et un futur sans politique d'atténuations. Le modèle a été appliqué pour l'impact des particules fines et de l'ozone. Pour les particules fines, un bénéfice climatique (diminution des concentrations liée à l'impact du changement climatique) de  $-1.08 \pm 0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par rapport aux  $10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle (-9.4%),  $-1.03 \pm 0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-10.7%),  $-0.83 \pm 0.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-9.5%) a été identifié pour l'Europe de l'Est, l'Europe Centrale et l'Italie du Nord. Pour l'ozone, la pénalité climatique est de  $10.51 \pm 3.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par rapport aux  $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne estivale (+8.3%),  $11.70 \pm 3.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (+7.5%),  $11.53 \pm 1.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (+8.1%),  $9.86 \pm 4.41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (+8.9%),  $4.82 \pm 1.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (+19.7%) pour l'Europe de l'Est, la France, la Péninsule Ibérique, l'Europe Centrale et l'Italie du Nord.

La principale force de cette approche réside dans le fait qu'elle s'appuie sur le récent ensemble EuroCordex de projections régionales climatiques alors que les études publiées se basent sur un nombre de modèles de climat bien plus restreint. Nous proposons donc une évaluation de la robustesse de l'impact du changement climatique sur la qualité de l'air basée couvrant un spectre large de modèles régionaux de climats. Cependant ces résultats sont limités par la qualité des modèles statistiques utilisés qui ne capturent pas la totalité de la variabilité de la qualité de l'air en réponse au changement climatique. Ces résultats doivent donc être, *in fine*, comparés à des études déterministes utilisant un ensemble de forçage climatique afin de bien contraindre les incertitudes. Néanmoins cette approche permet de cibler quelques modèles à étudier en priorité pour réaliser des études déterministes (CanESM2/RCA4; CNRM-CM5-LR/RCA4 and CSIRO-Mk3-6-0/RCA4 et MPI-ESM-LR/CCLM) et se positionne donc comme une alternative intéressante à l'exploration directe (force brute) d'un ensemble.

En conclusion, cette méthode, appliquée ici à l'impact du climat sur la qualité de l'air peut certainement être utilisée pour réaliser d'autres études d'impacts où la quantification des incertitudes en utilisant peu de ressources de calculs est préférable.

Article publié : Lemaire, V. E. P., Colette, A., and Menut, L.: Using statistical models to explore ensemble uncertainty in climate impact studies: the example of air pollution in Europe, *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 2559-2574, doi:10.5194/acp-16-2559-2016, 2016.