HAL
open science

Hiérarchisation des déterminants de la composition atmosphérique future en Europe

Vincent Lemaire, Augustin Colette

To cite this version:

Vincent Lemaire, Augustin Colette. Hiérarchisation des déterminants de la composition atmosphérique future en Europe. Rapport Scientifique INERIS, 2018, 2017-2018, pp.44-45. ineris-02044869

HAL Id: ineris-02044869

https://ineris.hal.science/ineris-02044869

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.

Hiérarchisation des déterminants
de la composition atmosphérique future en Europe

Contributeurs
Vincent LEMAIRE,
Augustin COLETTE

La composition chimique atmosphérique dépend principalement des émissions de polluants et leur transformation dans l'atmosphère, notamment sous l'effet de facteurs météorologiques. Les stratégies de gestion de la qualité de l'air ambitionnent des réductions substantielles d'émissions à long terme. Mais on peut se demander si l'impact du changement climatique est susceptible d'interférer avec ces efforts.

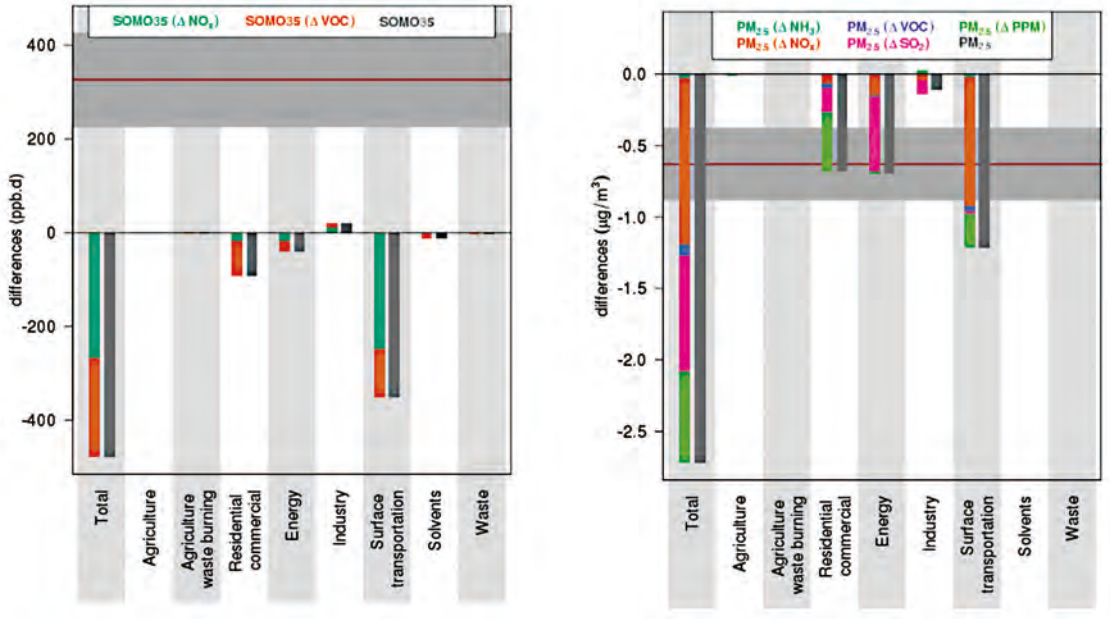
Afin de répondre à cette problématique, la modélisation permet de faire des projections à long terme en tenant compte de différents scénarios de sensibilité pour isoler les principaux facteurs d'influence. Se pose alors le problème des incertitudes dans la modélisation. L'approche privilégiée pour les études d'impact du climat est la modélisation ensembliste qui consiste à utiliser de multiples modèles de climat et non une seule source de données. Cependant, du fait de l'important coût de calcul, on constate qu'aucune étude réalisée par le passé sur l'impact du climat sur la qualité de l'air ne repose sur un ensemble large de projections climatiques.

Travaux

L'Ineris a donc tiré parti de ses travaux précédents sur le sujet (qui reposaient sur un seul modèle), pour développer un métamodèle statistique de type Modèle Additif Généralisé capable de reproduire la sensibilité climatique du modèle de chimie-transport CHIMERE. Ce métamodèle peut, par la suite, être appliqué à un ensemble plus large de projections climatiques (l'ensemble des modèles du GIEC[1], raffinés spatialement dans le programme EuroCordex). L'exploration d'un tel ensemble de modèles permet alors de quantifier, pour la première fois, les incertitudes relatives à l'impact du climat sur la qualité de l'air.

Enfin, le métamodèle statistique a été utilisé pour confronter l'impact du changement climatique aux réductions d'émissions anthropiques attendues à l'avenir sous l'effet des politiques d'amélioration de la qualité de l'air. L'impact des réductions d'émissions était lui-même évalué avec un autre métamodèle provenant des matrices source-récepteur EMEP à l'horizon 2050 pour l'ensemble de l'Europe.

Figure 1 / Comparaison des évolutions (Différence : Futur - Historique) des concentrations de $PM_{2,5}$ (en µg/m³) et des niveaux de SOMO35 (indicateur d'impact de l'ozone pour la santé humaine, exprimé en ppb-jours : ppb.d) liées à l'impact du changement climatique et à l'évolution des émissions en France (l'ensemble de l'Europe étant présenté dans la thèse : V. Lemaire, 2017).



Résultats

Les résultats ont permis de mettre en évidence un « bénéfice climatique » qui s'explique par le fait que l'augmentation des températures favorise la volatilisation des particules semi-volatiles de la phase particulaire vers la phase gazeuse. La comparaison de l'effet du changement climatique et de l'effet des réductions d'émissions de particules et de précurseurs a démontré que les deux facteurs pouvaient atteindre des ordres de grandeur comparables en fonction des pays et des secteurs d'activité considérés.
Au contraire, pour l'ozone, la « pénalité climatique » (augmentation de la pollution à l'ozone sous l'effet de l'augmentation de la fréquence des vagues de chaleur) va contrebalancer les efforts de réduction d'émissions tels que planifiés entre 2010 et 2050. On peut donc estimer, pour chaque pays européen, la notion « d'émergence » dans le domaine de l'impact du changement climatique, c'est-à-dire la date à partir de laquelle l'impact du changement climatique excédera l'impact induit par la réduction des émissions attendue dans la législation actuelle.

L'impact du changement climatique est calculé avec le métamodèle développé dans le cadre de la thèse de doctorat de Vincent Lemaire, co-encadrée et financée par l'Ineris, et appliqué à l'ensemble Euro-Cordex sur une période de 20 ans centrée en 2050 (2041-2060). L'impact moyen du climat est représenté par une ligne rouge, l'enveloppe grise correspond à l'incertitude des projections climatiques : la quantification de cette incertitude constitue un des résultats innovants de cette thèse. Ce calcul est fait pour un scénario majorant de l'impact du changement climatique.
L'évolution des concentrations liées aux changements d'émissions de polluants est calculée avec les matrices source-récepteur EMEP et représentée par secteur sous forme de diagramme en bâton avec la contribution de chaque précurseur et l'évolution totale (somme des contributions des précurseurs) en gris foncé. Les réductions sont estimées à partir de la situation actuelle avec les stratégies d'ores et déjà prévues à l'horizon 2050 (législation en vigueur), d'où le zéro sur la **Figure 1.**
La comparaison des deux facteurs (climat et émissions de polluants) permet d'identifier si les mesures de gestion peuvent être contrecarrées ou au contraire renforcées par le changement climatique. On note ainsi qu'en France, le changement climatique contribuera à diminuer la pollution particulaire. Cette contribution n'est pas anodine car elle est du même ordre que celle que l'on peut attendre des réductions d'émissions prévues dans le secteur résidentiel, ou dans le secteur de l'énergie. L'impact des réductions liées au secteur des transports est toutefois plus important que l'effet du climat. Pour l'ozone, on constate l'ampleur de ce que l'on appelle la pénalité climatique. Une nette augmentation de l'indicateur SOMO35 est anticipée sous l'effet du changement climatique. Des stratégies ambitieuses de réduction de polluants sont envisagées d'ici 2050, principalement sur le secteur routier. Mais l'intégralité de ces efforts sur le transport routier pourrait être annihilée par l'effet du changement climatique en termes de pollution à l'ozone.

[1] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

ABSTRACT /

There are two main factors to be considered to understand the long-term evolution of air quality over the course of the 21st century: (i) the strategies to reduce the anthropogenic emission of air pollutant and precursors, and (ii) the impact of climate change. Thanks to important developments in modelling capacities, it is now possible to implement the air quality models generally used for a few days forecast over the scale of decades while taking into account the impact of climate change.
The PhD work presented here goes an extra mile, by developing surrogate air quality and climate models to explore the uncertainties of such long-term projections, for instance by investigating a large set of climate models (such as those used in IPCC assessments) instead of a single source. It becomes possible to take into account modelling uncertainties in comparing the relative importance of mitigation strategies and climate change to ensure that current strategies will remain efficient over the long run, in the context of a changing climate.

Référence

Lemaire V. 2017, Hiérarchisation des déterminants de la composition atmosphérique future en Europe. Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay préparée à l'École polytechnique.