

MODÉLISATION DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE URBAINE ET IMPACT SUR LA SANTÉ

RÉSUMÉ : Le but de cette thèse est de développer une méthode qui permet la meilleure connaissance des associations entre la concentration ambiante des substances toxiques et l'impact sur la santé. La propagation des incertitudes depuis les données d'entrée jusqu'à la concentration modélisée dans un modèle de Chimie-transport a été, d'abord, étudiée. L'impact de la résolution des paramètres météorologiques et des flux d'émissions a été testé séparément et la part relative de chacune de deux a été comparée. Il a été montré que les résultats du modèle ne s'améliorent pas de manière linéaire avec la résolution des émissions. Une résolution critique a été identifiée, au delà de laquelle l'erreur du modèle devient plus importante avec la résolution. Basé sur ce premier résultat portant sur la descente en échelle déterministe, le travail de recherche a été tourné vers la modélisation sous-maille. Une approche de descente en échelle statistique a été adoptée pour la modélisation de la variabilité de la concentration sous-maille due aux émissions surfaciques hétérogènes. Les fractions de flux émis par des différents types de sources (industrie, surfaces résidentielles, réseau routier, sources naturelles, etc.) ont été calculées à partir d'un inventaire d'émissions finement résolu. Puis, les flux d'émissions ont été projetés sur des surfaces émettrices des espèces spécifiques aux sources. Des simulations ont été effectuées indépendamment dans chaque micro-environnement ainsi défini permettant la modélisation de la variabilité sous-maille de la concentration. Les concentrations sous-maille ont été alors combinées avec des données démographiques et de budget espace-temps pour estimer des concentrations d'exposition humaine. La distribution spatiale de l'exposition a été paramétrée avec un modèle de Monte-Carlo. La nouvelle information sur la variabilité de l'exposition a été ajoutée sur un modèle épidémiologique existant pour étudier le risque relatif de mortalité. Un modèle de régression log-linéaire a été utilisé pour servir ce but. Le résultat principal de cette étude a été l'ajout d'une nouvelle fonctionnalité au modèle de régression qui permet la dissociation du risque sanitaire associé à chaque polluant (e.g. NO₂, PM_{2.5}).

ABSTRACT : The goal of this dissertation, is to develop a methodology that provides an improved knowledge of the associations between atmospheric contaminant concentrations and health impact. The propagation of uncertainties from input data to the output concentrations through a Chemistry Transport Model was first studied. The influence of the resolutions of meteorological parameters and emissions data were studied separately, and their relative role was compared. It was found that model results do not improve linearly with the resolution of emission input. A critical resolution was found, beyond which model error becomes higher and the model breaks down. Based on this first investigation concerning the direct downscaling, further research focused on subgrid scale modeling. Thus, a statistical downscaling approach was adopted for the modeling of subgrid-scale concentration variability due to heterogeneous surface emissions. Emission fractions released from different types of sources (industry, roads, residential, natural etc.) were calculated from a high-resolution emission inventory. Then emission fluxes were mapped on surfaces emitting source-specific species. Simulations were run independently over the defined micro-environments allowing the modeling of subgrid-scale concentration variability. Subgrid scale concentrations were therefore combined with demographic and human activity data to provide exposure estimates. The spatial distribution of human exposure was parameterized through a Monte-Carlo model. The new information concerning exposure variability was added to an existing epidemiological model to study relative health risks. A log-linear Poisson regression model was used for this purpose. The principal outcome of the investigation was that a new functionality was added to the regression model which allows the dissociation of the health risk associated with each pollutant (e.g. NO₂ and PM_{2.5}).