Quand modèles numériques et mesures ne sont pas sur la même longueur d'onde

Marc Bocquet, Mohammad Reza Koohkan

▶ **To cite this version:**

Marc Bocquet, Mohammad Reza Koohkan. Quand modèles numériques et mesures ne sont pas sur la même longueur d'onde. 2014. hal-00934527

HAL Id: hal-00934527
https://inria.hal.science/hal-00934527

Submitted on 11 Oct 2016

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.

Quand modèles numériques et mesures ne sont pas sur la même longueur d'onde

Marc Bocquet et Mohammad Reza Koohkan

Les géophysiciens comme les météorologues ou les océanographes, travaillent avec de complexes modèles mathématiques qui mettent en équation la physique des fluides (atmosphère, océan).

Les équations du modèle sont résolus numériquement en affectant, pour chaque grandeur physique, une valeur à chaque maille d'une grille qui est un maillage du domaine spatial étudié. Par exemple, dans un modèle de qualité de l'air destiné à simuler des concentrations de polluants, une valeur de concentrations pour chacun des polluants du modèle est attribuée à chaque maille.

Une autre manière d'étudier la concentration d'un polluant est de la mesurer. Les mesures faites au sol sont généralement précises. Cependant elles ne sont représentatives que d'un domaine restreint autour du site de mesure. Différemment, le modèle numérique simule une valeur de concentration de polluant qui représente une moyenne pour la maille qui contient le site de mesure. Il parait donc difficile de comparer mesure locale et valeur moyenne sur la maille, particulièrement si la quantité observée présente de grandes fluctuations spatiales et temporelles au sein de la maille.

Cette inadéquation entre valeurs obtenues par la mesure et valeurs obtenues par les modèles numériques est appelée **erreur de représentativité** (figure 1).

Or les mesures sont utilisées pour constamment recaler les modèles de prévision qui ont tendance à s'éloigner de la réalité. Ce processus est connu sous le nom d'**assimilation de données**. Identifiée comme une des premières source d'erreur en assimilation de données, et très souvent supérieure à l'erreur typique des instruments de mesure, l'erreur de représentativité est très difficile à estimer. Plusieurs méthodes mathématiques faisant appel aux **statistiques** ont cependant été proposées.

Parmi elles, la méthode dite de **descente d'échelle** cherche à construire, pour chaque site de mesure, un modèle statistique très simple reliant les résultats du modèle numérique sur cette maille au site d'observation ciblé dans la maille. Ce modèle statistique est construit en minimisant l'écart entre modèle et observations d'un site particulier sur une longue période d'apprentissage. Ce type de méthode permet de capturer de l'information à un niveau de détails plus fin que la maille du modèle numérique (on dit **sous-maille**), et donc d'estimer l'erreur de représentativité.

La figure 2 illustre l'application de la descente d'échelle à l'assimilation de données de monoxyde de carbone (CO) dans un modèle de qualité de l'air, de maille 25km par 25 km, afin de corriger les erreurs de représentativité. Les pics de monoxyde de carbone sont dus à des sources très locales comme le trafic routier, les usines, ou le chauffage urbain, et le modèle numérique de qualité de l'air ne les représente que très grossièrement et imparfaitement. L'utilisation d'un modèle statistique de descente d'échelle (courbe noire) permet de corriger fortement l'impact néfaste de cette erreur de représentativité comparé au modèle numérique (en rouge et en vert).

Brève rédigée par Marc Bocquet, professeur à l'École des Ponts ParisTech et chercheur au CEREA, laboratoire commun à l'École des Ponts et EdF R&D, et Mohammad Reza Koohkan, ingénieur, ancien doctorant du CEREA.

Pour en savoir plus:

- [en anglais] M. R. Koohkan et M. Bocquet. Accounting for representativeness errors in the inversion of atmospheric constituent emissions: Application to the retrieval of regional carbon monoxide fluxes. Tellus B, **64**, 19047, 2012.
- [en anglais] M. R. Koohkan. Multiscale data assimilation approaches and errorcharacterisation applied to the inverse modelling ofatmospheric constituent emission fields. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est. `http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/80/74/68/PDF/TH2012PEST1140_complete.pdf`

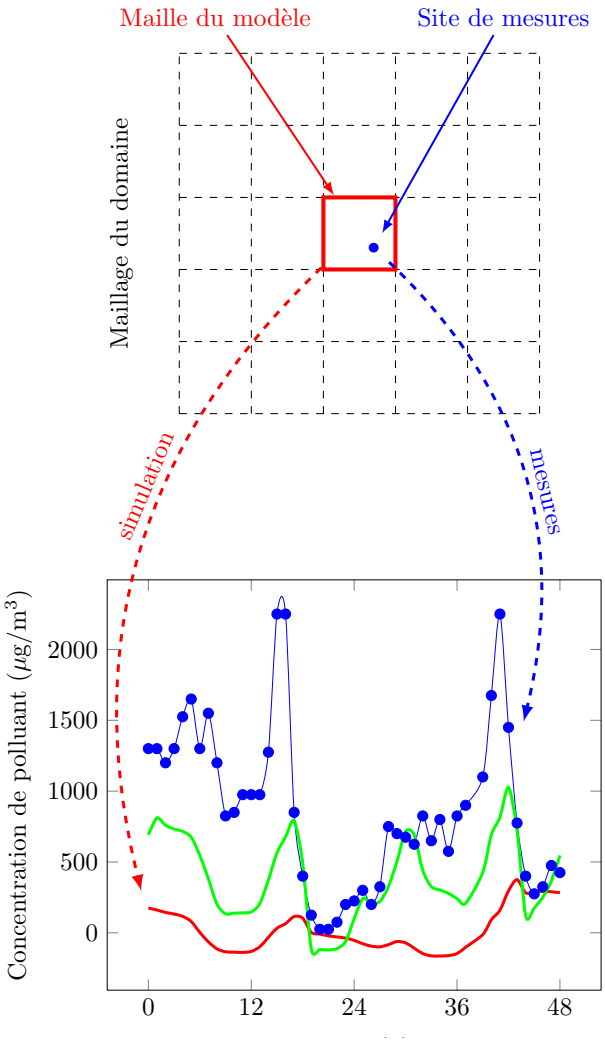

Figure 1: La simulation numérique du polluant (sans (rouge) ou avec (vert) assimilation d'observations) est difficilement capable de rendre compte des fluctuations **sous-maille** de concentration observées par la mesure directe.

- É. Neveu. Ignorer la météo d'hier, c'est aussi louper celle de demain, billet MPIT 2013.

Ce billet a été publié dans Atmosphère, Géophysique, Météorologie et correspond aux mots-clés dowscaling, assimilation de données, modèle, prévision : voir `http://mpt2013.fr/quand-modeles-numeriques-et-mesures-ne-sont-pas-sur-la-meme-longueur-donde`

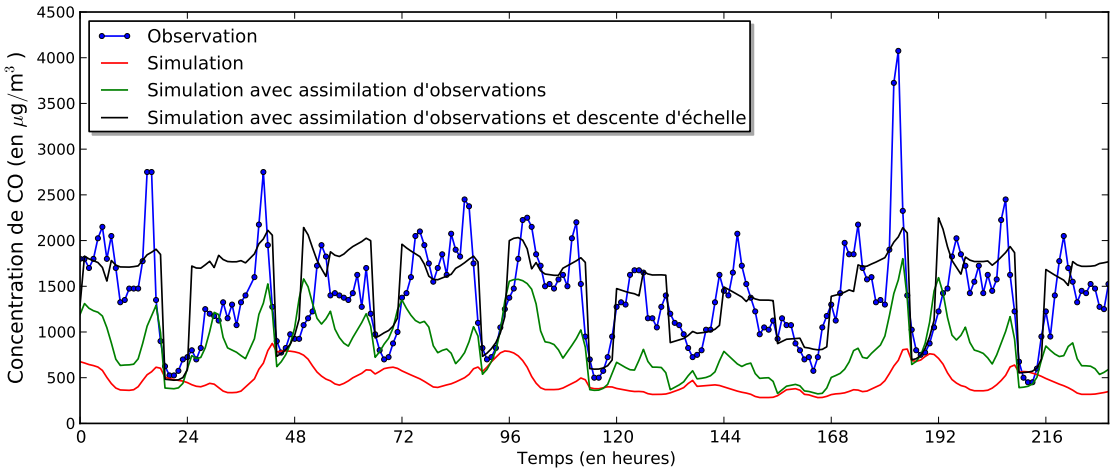

Figure 2: Observations et simulations de concentration de monoxyde de carbone (CO) à la station Paris-Auteuil d'AirParif.