
Assimilation d'observations mobiles de la pollution sonore

Raphaël Ventura*¹

¹CLIME (INRIA Paris) – INRIA – 2 rue Simone Iff CS 42112 75589 Paris Cedex 12, France

Résumé

La pollution sonore est un problème de santé publique important: en 2014, on estimait à 10000 le nombre de morts prématurées liées à cette pollution en Europe. L'exposition des populations à la pollution sonore urbaine est aujourd'hui essentiellement estimée à l'aide de cartes simulées du bruit environnemental. La production de ces cartes se fonde sur des méthodes de tir de rayons, souvent extrêmement coûteuses en temps de calcul (une semaine pour la ville de San Francisco), et donc inutilisables en temps réel. Des cartes représentant une moyenne temporelle du niveau de bruit sur une période de la journée (jour, soirée, nuit) sont généralement produites.

Ces cartes sont imparfaites du fait des incertitudes dans leurs données, en particulier du trafic routier dans les axes secondaires. On se propose d'améliorer ces cartes grâce à l'exploitation de mesures du bruit effectuées par des téléphones mobiles. L'objectif est d'obtenir des cartes de bruit horaires qui permettent d'appréhender des variabilités temporelles et spatiales dont les simulations numériques ne peuvent rendre compte.

Les observations sont collectées par l'application mobile Ambiciti, développée par Inria et lancée publiquement en juin 2015 avec le soutien de la Ville de Paris. La base de données correspondante contient à ce jour plus de 60 millions d'observations effectuées automatiquement par Ambiciti à intervalle régulier. Chaque observation est constituée d'un niveau de bruit moyen, mesuré généralement durant 5 secondes, ainsi que des métadonnées renseignant sur le contexte de la mesure. Le niveau mesuré par le téléphone est corrigé par un étalonnage fondé sur la comparaison d'une centaine de téléphones à des mesures de sonomètres.

Pour chaque heure de la journée, on cherche à calculer le meilleur estimateur linéaire sans biais, BLUE.

Dans un premier temps, on désagrège les cartes moyennes simulées à l'aide de profils temporels dérivés des observations mobiles. Les cartes horaires ainsi obtenues servent d'ébauche. L'exploitation des métadonnées associées aux mesures de bruit et une étude métrologique préalable permettent de réduire le biais supposé des observations et de filtrer les observations en fonction de leur qualité. Le contexte de la mesure est primordial: afin d'éviter les plus grosses erreurs de représentativité, les observations doivent être effectuées en extérieur, la précision de leur géolocalisation doit être suffisante, etc.

L'estimation des matrices de covariance d'erreur se fonde (1) pour les observations, sur l'étude

*Intervenant

météorologique des téléphones mobiles en tant que capteurs audio, et (2) pour l'ébauche, sur un modèle de corrélation prenant en compte la topographie de la ville.

Des expériences menées à l'échelle d'un quartier, mettant en jeu de la mesure intensive, ont montré que les observations sont reproductibles d'un jour à l'autre (à la même heure), et qu'elles distinguent clairement les différences entre les rues. Le calcul des variances d'erreur a posteriori permettent d'apprécier l'apport spatial des mesures mobiles de manière quantitative.