HAL
open science

Approche simplifiée de la réalisation de cartographies sonores de grandes agglomérations à l'aide d'un logiciel SIG

Judicaël Picaut, Nicolas Fortin

To cite this version:

Judicaël Picaut, Nicolas Fortin. Approche simplifiée de la réalisation de cartographies sonores de grandes agglomérations à l'aide d'un logiciel SIG. RéférenceS, 2012, 4p, cartes. hal-00845851

HAL Id: hal-00845851

https://hal.science/hal-00845851v1

Submitted on 18 Jul 2013

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.

Approche simplifiée de la réalisation de cartographies sonores de grandes agglomérations à l'aide d'un logiciel SIG

Judicaël Picaut, Nicolas Fortin
Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR)

Le travail présenté dans cet article s'inscrit dans le cadre plus général d'un projet de recherche ANR portant sur l'évaluation des impacts environnementaux d'un plan de déplacement urbain (PDU) et de leurs conséquences socio-économiques (Eval-PDU). En particulier, l'une des tâches de ce projet consiste à étudier l'impact d'un PDU sur l'environnement sonore. À cet effet, nous proposons une approche simplifiée permettant de produire des cartes de bruit plus rapidement qu'avec des outils classiques, approche également plus adaptée à l'évaluation de l'impact environnemental de plusieurs scénarii de PDU. La méthode repose sur une simplification des calculs d'émission et de propagation acoustique du trafic routier dans l'environnement urbain. Par ailleurs, plusieurs solutions d'optimisation ont été proposées de manière à diminuer les temps de calcul. Enfin, l'intérêt majeur de l'approche repose sur l'utilisation d'un logiciel SIG pour la production intégrale des cartes de bruit (calculs acoustiques et représentation graphique).

Contexte

Dans le cadre de la directive européenne 2002/49/CE sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, les agglomérations de plus de 100 000 habitants doivent désormais réaliser leurs cartes de bruit de manière, notamment, à établir des plans d'actions en matière de lutte contre le bruit. En milieu urbain et périurbain, ces plans d'actions peuvent prendre différentes formes : changement de revêtements de chaussés, mise en place d'écrans acoustiques, réduction des vitesses de circulation, déviation du trafic, réalisation d'aménagements urbains, mise en place de nouvelles politiques de transport public… En principe, dans un souci d'efficacité, la mise en place de tels plans d'actions nécessite au préalable l'évaluation de leur effet, c'est-à-dire la réalisation de simulations acoustiques, pour leur comparaison éventuelle. La logique voudrait donc que ces études soient réalisées avec les mêmes outils que ceux utilisés pour la réalisation des cartes de bruit dans le cadre de la directive européenne. Toutefois, la réalisation de ces simulations, reposant sur des méthodes de calcul standardisées, est encore aujourd'hui un travail fastidieux, que ce soit en raison de la collecte de l'ensemble des données d'entrée (trafic, bâti), que de la réalisation même des calculs (plusieurs jours à plusieurs semaines). Si plusieurs plans d'actions doivent être testés, les temps de réalisation deviennent dès lors extrêmement importants.

Objectifs

Dans le cadre du projet ANR Eval-PDU pîloté par l'IRSTV,[1] sur l'évaluation des impacts environnementaux d'un PDU et de leurs conséquences socio-économiques (avec une application à l'agglomération nantaise), une méthode alternative a été proposée pour la réalisation de cartographies sonores. Cette méthode est basée sur le développement d'une approche simplifiée de prévision acoustique, intégrée directement au logiciel de SIG développé par l'IRSTV, OrbisGIS (http://www.orbisgis.org/). Cette méthode repose dans un premier temps sur la réalisation d'un « cadastre » d'émission sonore. La propagation acoustique est réalisée en considérant les contributions du champ direct, du champ réfléchi (réflexions spéculaires) et du champ diffracté.

Il est important de noter que cette démarche, bien que proche à première vue de celle proposée dans le cadre du projet européen IMAGINE[2] (utilisation d'un logiciel SIG couplé à un logiciel de prévision acoustique « classique »), est réellement différente. Dans

[1] Institut de Recherche en Sciences et Technique de la Ville, FR CNRS 2488.

[2] Projet européen IMAGINE (http://www.imagine-project.org/)

notre approche, le calcul « acoustique » est réalisé intégralement au sein du logiciel SIG. Par ailleurs, les méthodes mêmes de calcul sont simplifiées par rapport aux méthodes de référence utilisées dans le projet IMAGINE. De ce fait, la réalisation des cartes de bruit est d'une part, plus rapide, et d'autre part, effectuée intégralement avec un unique outil logiciel (OrbisGIS).

Descriptif de la méthode

Décomposition du domaine en sous-domaines

Dans un premier temps, en raison de l'étendue du domaine de calcul (*i.e.* une agglomération dans son intégralité), une décomposition du domaine en sous-domaines a été réalisée (Figure 1), les données géographiques étant issues de la base de données BD TOPO® (IGN). Chaque sous-domaine a ensuite donné lieu à un maillage fin et adaptatif pour construire le réseau de points de calcul (points récepteurs), assurant la continuité entre sous-domaines et un raffinement à proximité des voies de circulation.

Figure 1 : Décomposition en sous-domaines (à gauche) et maillage d'un sous-domaine (à droite)

Construction du « cadastre » d'émission sonore

Dans un second temps, un « cadastre » d'émission sonore, sous forme d'un réseau de sources ponctuelles, est construit pour chaque point de calcul. Plus précisément, ce cadastre est élaboré à partir des informations produites par le modèle de trafic développé par un autre partenaire du projet (CETE Ouest). Ce modèle permet ainsi de décrire la cinématique des véhicules (véhicules légers et poids-lourds) sur un réseau principal (5 000 km, avec une description fine des données de trafic) et secondaire (15 000 km, avec une représentation moyenne du trafic). La création et la caractérisation des sources sonores ponctuelles est quant à elle largement inspirée du guide d'émission sonore des sources de bruit routier, édité par le Sétra.[3] La méthode repose sur une décomposition des lignes sources (*i.e.* flux de trafic) en points sources, en considérant quelques simplifications concernant la prise en compte de la nature et l'âge des revêtements de chaussées, les tronçons de redémarrage, l'allure des véhicules et la répartition entre trafics de véhicules légers et poids-lourds sur les différentes périodes horaires.

Une des particularités de notre approche repose sur le fait que le réseau de points sources est construit pour chaque point de calcul et non pour l'ensemble des points de réception. Ceci permet de réduire le nombre de points sources à considérer pour chaque point de calcul. Par ailleurs, pour limiter les calculs, seules les sources sonores situées dans un rayon critique centré sur chaque point de calcul ont été considérées. Enfin, la « continuité » entre sous-domaines de calcul est assurée puisque, pour un point de calcul donné dans un sous-domaine, sont également considérées les sources « actives » des sous-domaines adjacents.

[3] Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (Sétra). « Prévision du bruit routier - 1 - Calcul des émissions sonores dues au trafic routier », Guide technique, Juin 2009.

Construction de la carte de bruit

La troisième partie de la méthode consiste à produire les cartes de bruit à partir du cadastre d'émission sonore. Le champ sonore total en un point de calcul est alors obtenu en sommant les différentes contributions du champ sonore direct, du champ réfléchi spéculairement sur les façades (à l'ordre *n*) et du champ diffracté (diffraction à l'ordre *n*). Ces calculs nécessitent en parallèle la réalisation de « tests de visibilité » entre chaque couple de points source-récepteur (Figure 2). Étant donné le coût important de ces tests en termes de temps de calcul, une procédure d'optimisation a été développée. La méthode est basée sur l'utilisation d'un maillage « secondaire » du sous-domaine, adapté aux tests de collisions entre un rayon sonore et le bâti. L'émission acoustique des sources sonores étant définie par bande de fréquence, il est ensuite nécessaire de calculer le niveau sonore global en cumulant les résultats issus de chaque bande. Enfin, les cartographies sonores obtenues pour chaque sous-domaine, sont recomposées pour construire la cartographie générale à l'échelle du domaine de calcul (Figure 2). À titre d'illustration, la réalisation d'une carte de bruit sur la commune de Nantes (65 x 10^6 m²) nécessite de considérer 346 millions de points sources pour 1,7 millions de points de calcul, pour un temps de calcul d'environ 1h 20 (calcul du champ direct et du champ réfléchi à l'ordre 1, sur une station de calcul PC double cœur 2.13 GHz fonctionnant sous linux).

Figure 2 : Illustrations du calcul du champ sonore (en haut) et d'une carte de bruit (en bas)

Validation de l'approche

La validation quantitative des cartes de bruit ainsi obtenues est toutefois difficile à réaliser. La solution consisterait à comparer les cartes de bruit ainsi produites avec les cartes de bruit « de référence » réalisées avec les outils classiques. Cependant, la nature des données d'entrée étant différente, cette comparaison s'avère difficile. Par ailleurs, la pertinence d'une telle comparaison est également discutable dans la mesure où ces cartes de bruit « de référence » n'ont souvent pas été validées elles-mêmes, ni avec des mesures, ni avec d'autres outils de simulation. De ce fait, et revenant dans le cadre même du projet ANR Eval-PDU, l'intérêt des cartes de bruit produites avec la méthode simplifiée proposée ici, réside plutôt dans la comparaison qualitative de plusieurs scénarii de plans de déplacements urbains, de façon à en identifier les « grandes » différences, étant entendu que, pour être significatifs, ces écarts doivent être de l'ordre de plusieurs décibels.

Conclusion

En conclusion, nous avons proposé une approche alternative pour la production de cartes de bruit, simplifiée par rapport aux approches classiques, et dont l'intérêt réside, d'une part, dans l'utilisation d'un seul outil de simulation (OrbisGIS), d'autre part, dans la rapidité de réalisation des cartes de bruit, et enfin dans la facilité de comparaison de plusieurs scénarii de PDU.

Remerciements
Ce travail est soutenu par l'Agence nationale de la recherche (ANR), dans le cadre du projet Eval-PDU (Programme « Villes durables » 2008, contrat ANR-08-VILL-0005).