

Sujet de thèse au LICIT

Approche *Big Data* pour l'estimation de la mobilité à l'échelle urbaine et l'évaluation des émissions de polluants

Contexte et objectifs :

Les villes doivent faire face à des défis environnementaux colossaux, notamment en matière de qualité de l'air et de changement climatique. Les émissions de particules fines et de dioxyde d'azote (NO₂) dans les villes dépassent régulièrement les seuils d'alerte définis par l'OMS. Par ailleurs, et parfois de manière intégrée, les villes cherchent à élargir leur rôle dans la lutte contre le changement climatique en adoptant des procédures de suivi, notification et vérification et des outils efficaces pour les piloter. Cette problématique environnementale incite ainsi les décideurs à gérer en même temps le besoin croissant en mobilité urbaine et la nécessité de réduire les émissions associées. C'est pourquoi la mise en œuvre de mesures de gestion du trafic visant un transport durable est une nécessité. L'enjeu porte alors sur notre capacité à proposer des méthodes d'évaluation de ces émissions aux différentes échelles urbaines à la fois spatiale et temporelle afin de quantifier les émissions et leurs variations inter et intra journalières et d'évaluer les mesures sur la mobilité. Il convient en particulier d'intégrer les effets liés à la dynamique du trafic, afin d'intégrer avec précision les impacts liés aux phénomènes de congestion. En effet, ces phases cumulent à la fois une forte densité de véhicules mais également des vitesses faibles avec de fréquents arrêts et redémarrages, ce qui est source d'émissions importantes.

L'objectif de cette thèse est de répondre à ce besoin d'estimation et de proposer un outil d'aide à la décision concernant les émissions de polluants et de gaz à effets de serre et d'évaluation ex ante et ex post des politiques publiques et des mesures portant sur les transports urbains ayant un impact sur la mobilité des citoyens. Le développement d'un tel outil est orienté en priorité vers des pays non conventionnels (Colombie, Chine) ne pouvant pas forcément estimer le trafic selon les méthodologies habituelles (car ne disposant pas de l'infrastructure des capteurs pour ces méthodes) ou nécessitant des solutions plus robustes pour gérer au mieux des réseaux de taille et de complexité importantes. Ces pays font face à des phénomènes de congestion automobile chroniques, une urbanisation croissante et à un besoin de projets d'infrastructure de transports. L'idée est d'utiliser d'autres sources de données et notamment les données des opérateurs téléphoniques pour compléter les informations de mobilité disponibles de manière trop parcellaire. Ces recherches pourront bien sûr s'appliquer dans les villes européennes pour améliorer l'estimation des émissions de polluants à grande échelle et caractériser l'impact de mesures de gestion de trafic.

Verrous scientifiques :

Les verrous scientifiques associés à ce projet de thèse sont principalement liés à l'intégration de données d'origines dans le travail de modélisation dynamique de trafic. Il s'agit tout d'abord de définir un cadre robuste permettant de traiter des données expérimentales de formes variées et parcellaires diverses (classiques et plus innovantes, individuelles et agrégées, fixes et mobiles) afin d'en tirer un maximum d'information. Un axe de travail majeur est la question de la gestion des échelles de modélisation du trafic, autorisant différents niveaux de granularité pour l'analyse du trafic et des émissions de

polluants. Ces changements d'échelle nécessiteront un travail d'identification, de sélection et d'agrégation selon l'espace et le temps, de l'information parmi les données disponibles.

Les données exploitées dans le cadre cette thèse seront récupérées auprès d'opérateurs téléphoniques. Elles proviendront de l'activité passive de l'utilisateur (appels, sms, etc.) et permettront un suivi à grande échelle de la mobilité et de l'évolution de la concentration des usagers. Les données des téléphones mobiles sont, de par leur quantité et leur couverture géographique, une source d'information intéressante et pertinente. Cependant, il est essentiel de comprendre les limites de ces données : les données récoltées ne représentent qu'une portion de la population globale d'une ville, et la correspondance entre ces deux quantités n'est pas triviale. L'échantillonnage selon les dimensions spatiale et temporelle est une étape de traitement clé, les données mobiles brutes ne suivant pas une périodicité définie et commune.

A la suite d'un traitement complexe implémenté au cours de cette thèse, les données utilisées serviront à modéliser les différents états du trafic (en particulier la vitesse spatiale). Cette modélisation permettra au travers des diagrammes macroscopiques fondamentaux (MFD) d'estimer l'émission de polluants. Reconnaître les différents niveaux de fiabilité des données récoltées et incorporer l'incertitude associée à la modélisation sera un véritable enjeu. Par ailleurs, la reconnaissance des modes de déplacements des usagers sera un axe de recherche significatif : celle-ci permettra une modélisation des émissions plus fine (avec par exemple : les transports en commun, les voitures individuelles et les piétons). Enfin, l'outil devra être robuste pour s'adapter à n'importe quelle ville (en adaptant au besoin les modèles d'émissions, ceux-ci dépendant du pays étudié).

Inscription du sujet dans le projet scientifique du LICIT :

Le caractère innovant du sujet réside dans l'intégration de données provenant de sources variées pour la détermination d'indicateurs de trafic pertinents pour estimer les émissions. Cette problématique de chaînes de modélisation a fait l'objet de deux projets de recherche, l'un financé par le MEDDE (COERT-P) achevé en 2015 et l'autre financé par l'ANR qui vient de se terminer (TRAFIPOLLU). Ces deux projets de recherche vont permettre de disposer d'une expérience riche sur le couplage entre modèles de trafic et modèles d'émission, ainsi que sur la question des échelles de modélisation. Cependant, il faut noter que dans ces projets la question de la fusion de données pour la modélisation dynamique de trafic dans le cadre d'une évaluation environnementale, n'est pas posée. Ce projet de thèse est donc une extension naturelle des problématiques de recherche développées dans le cadre ces deux projets dont le LICIT était coordinateur scientifique.

Inscription du sujet dans le projet Green City Big Data (CITEPA) :

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet de *Green City Big Data* mené par le CITEPA. L'objectif de ce projet est de développer un outil qui évalue ex ante et ex post les politiques et les mesures de transport urbain qui affectent la mobilité des citoyens, et de guider la décision publique au regard des émissions de polluants et de gaz à effet de serre dans l'air, de façon économique et réactive.

À partir d'un travail de trois années, combinant de la R&D et des pilotes expérimentaux dans certaines villes ayant manifesté un intérêt à participer (en Colombie et en Chine), le principe méthodologique de l'outil final consiste à corrélérer des

politiques et mesures, des données de mobilité anonymes des usagers de téléphones mobiles et des émissions atmosphériques liées à la mobilité urbaine. L'outil comble un besoin urgent d'aide à la décision dans le cadre de la qualité de l'air et de la lutte contre le changement climatique.

Encadrement de la thèse :

La thèse se déroulera au LICIT, sera dirigée par Ludovic Leclercq et co-encadrée par Angelo Furno. Le co-encadrement par le CITEPA sera assuré par Thamara Vieira da Rocha.

Le LICIT mettra à la disposition du doctorant l'ensemble des moyens matériels (ordinateurs, espace de travail,...) et bibliographiques nécessaires à la réalisation de son travail.

Le CITEPA fournira les données utilisées pour concevoir l'outil (données mobiles issues de l'opérateur téléphonique sud-américain Claro, modélisation de mobilité de l'université de Medellin, informations sur les réseaux routiers de Cali et Medellin, composition du parc automobile des villes, variables environnementales (telles que la température et l'humidité) et sondages et recensements de populations et d'usages des transports).

Financement de la thèse :

Cette thèse est proposée dans le cadre du dispositif Cifre.

Contacts :

LICIT : angelo.furno@ifsttar.fr ludovic.leclercq@ifsttar.fr

CITEPA : thamara.vieira.da.rocha@citepa.org