

**Proposition de communication pour les
2e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM)
Montréal, 11-13 juin 2019**

Titre :

Optimisation du système de vélos en libre-service parisien Velib' par la modélisation et l'apprentissage des données.

Auteur(s) :

Walid GHANEM, INRIA Paris Gare de Lyon, walid.ghanem@outlook.fr

Christine FRICKER, INRIA Paris Gare de Lyon, christine.fricker@inria.fr

Mots-clés :

Modélisation stochastique, prédiction, analyse de données.

Résumé :

Objectif de notre recherche :

Au cours des dernières années, les systèmes de vélos en libre-service (ou BSS pour Bike Sharing System) ont connu un énorme succès dans plusieurs grandes métropoles et continuent de se développer rapidement dans le monde entier. De nos jours, on dénombre plus de mille services sur les cinq continents.

Ces services procurent un réel avantage aux grandes villes. Ils constituent un moyen de transport éco-responsable qui contribue à réduire partiellement la pollution causée par les véhicules motorisés. Côté utilisateur, ils offrent une alternative de transport efficace et saine, disponible 24h / 24, à un prix très abordable par rapport au transport public (par exemple, un abonnement annuel à Vélib' coûte en moyenne 35 € alors qu'une souscription d'un an au métro parisien coûte au minimum 350 €).

Un système de vélos en libre-service est composé d'un certain nombre de stations statiques sur lesquelles un nombre limité de vélos peuvent être garés (les systèmes de vélos à flotte libre sans station se développent rapidement, mais sont hors de portée de notre étude). Chaque utilisateur choisit une station de départ, prend un vélo et le ramène à une station d'arrivée à la fin de son trajet.

Toutefois, l'expérience utilisateur peut être entravée chaque fois que la station de départ est vide ou que la destination est pleine. Dans ce cas, l'usager peut chercher une nouvelle station à proximité avec soit des vélos disponibles soit des places libres, ou éventuellement utiliser un autre moyen de transport. Pour limiter de tels situations, l'entreprise gestionnaire de Vélib' entreprend des actions de régulation du réseau en transportant des vélos des stations pleines vers des stations vides. Ces actions sont très onéreuses pour l'entreprise et permettent seulement un rééquilibrage ponctuel, efficient à court terme.

Ainsi, c'est pourquoi l'administrateur de Vélib' encourage la mise en œuvre de politiques d'incitation qui permettent une auto-régulation du réseau sans intervention extérieure. Ce besoin est à l'origine de notre recherche.

Les fournisseurs de système de vélos en libre-service publient via leur propre API des données en direct sur les trajets et l'évolution de l'occupation des stations. Ces données ont suscité

l'intérêt de nombreux chercheurs qui les utilisent pour caractériser le comportement des usagers afin de concevoir et proposer des politiques susceptibles d'améliorer le service.

Le cœur de notre recherche consiste à proposer des modèles de politiques orientées utilisateurs visant à réduire le nombre de stations problématiques (pleines ou vides), augmentant ainsi la satisfaction des utilisateurs. Cette politique consiste à encourager les utilisateurs à récupérer ou à restituer leur vélo dans une station mieux choisie - et à en étudier l'impact sur le comportement du réseau. Les modèles utilisés s'appuient sur les données fournies par Vélib'.

Travaux liés :

Le point de départ de notre recherche repose principalement sur deux articles. Le premier article [1] propose une politique permettant d'améliorer la répartition des ressources entre les stations de Vélib'. Cette politique s'appuie sur un mécanisme incitatif de petits changements locaux dans les intentions de trajets des utilisateurs. Chaque utilisateur est ainsi redirigé vers une station plus équilibrée, proche de sa station initiale de départ ou d'arrivée, lors de la prise en charge ou du retour d'un vélo, afin de réduire l'hétérogénéité entre les stations. Le papier montre que, même avec une collaboration partielle, les méthodes d'incitation proposées réduisent considérablement le nombre de stations problématiques sur une journée. Cependant, aucune évaluation n'a été menée sur le bénéfice éventuel de la politique en termes de satisfaction des utilisateurs. Sur la base de ces premiers résultats, nous avons développé une approche plus complète pour évaluer l'efficacité d'une telle politique d'incitation. Nous avons notamment introduit une nouvelle métrique qui évalue le nombre de trajets avortés (ou «trajets frustrés») causés par un manque de vélos disponibles et la distance totale que les usagers appliquant la politique doivent parcourir en plus de leur trajet initial. Par ailleurs, nous avons introduit également un schéma probabiliste dans la politique qui permet d'identifier les futures stations problématiques et de réduire ainsi les incitations des utilisateurs à modifier leur trajet initial. Grâce à la métrique introduite, nous pouvons évaluer l'efficacité de la politique introduite et jouer sur les paramètres pour identifier une politique optimale.

Le deuxième article [2] décrit une nouvelle approche permettant de prévoir la disponibilité dans des stations, en utilisant un modèle théorique de file d'attente. La validation du modèle effectuée dans cet article montre une grande précision pour des horizons de prédiction allant jusqu'à 2-3 heures. Selon cette approche, nous avons établi un modèle de prédiction d'invalidité d'une station. Cette prévision est très utile pour adapter la politique utilisateur et améliorer sa satisfaction.

Résumé

En résumé, notre recherche présente les contributions suivantes.

1. Proposition d'un modèle stochastique utilisé pour simuler l'implémentation des politiques. Ce modèle est construit à partir des observations du réseau Vélib' pour se rapprocher au plus de la réalité.
2. Création d'une métrique permettant d'évaluer la satisfaction des usagers et d'identifier un compromis optimal en fonction des caractéristiques du réseau et des paramètres des politiques.
3. Associations des méthodes d'équilibrage de charge avec des prévisions probabilistes pour améliorer l'impact des politiques.

Références :

- [1] Rayane El Sibai, Yousra Chabchoub, and Christine Fricker. Using spatial outliers detection to assess balancing mechanisms in bike sharing systems. In 2018 IEEE 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA), pages 988–995. IEEE, 2018.
- [2] Nicolas Gast, Guillaume Massonnet, Daniël Reijsbergen, and Mirco Tribastone. Probabilistic forecasts of bike-sharing systems for journey planning. In Proceedings of the 24th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management, pages 703–712. ACM, 2015.
- [3] (en préparation) Walid Ghanem, Christine Fricker and Laurent Massoulié. *Using customer oriented policies based on probabilistic methods to enhance the Bike Sharing System Velib'*