



**HAL**  
open science

## Optimisation d'un système d'autopartage avec contraintes de relocalisation de véhicules

Aurélien Carlier, Alix Munier-Kordon, Witold Klaudel

► **To cite this version:**

Aurélien Carlier, Alix Munier-Kordon, Witold Klaudel. Optimisation d'un système d'autopartage avec contraintes de relocalisation de véhicules. 16ème conférence ROADEF (ROADEF 2015), Feb 2015, Marseille, France. hal-01784811

**HAL Id: hal-01784811**

**<https://hal.science/hal-01784811>**

Submitted on 3 May 2018

**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.

# Optimisation d'un système d'autopartage avec contraintes de relocalisation de véhicules

Aurélien CARLIER<sup>1,2,3</sup>, Alix MUNIER-KORDON<sup>1,2</sup>, Witold KLAUDEL<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Technological Research Institute SystemX, 8 Avenue de la Vauve, 91120 Palaiseau, France.

{aurelien.carlier, alix.munier, witold.klaudel}@irt-systemx.fr

<sup>2</sup> Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 6, UMR 7606, LIP6, F-75005, France.

{aurelien.carlier, alix.munier}@lip6.fr

<sup>3</sup> Renault SAS, Technocentre, 1 Avenue du Golf, 78288 Guyancourt, France.

{aurelien.carlier, witold.klaudel}@renault.com

**Mots-clés :** *autopartage, optimisation des transports, programmation linéaire multi-objectifs.*

## 1 Contexte

Ces dernières années, de nombreux efforts ont été menés pour comprendre notre façon de nous déplacer dans les grandes villes, caractérisées de *zones urbaines denses*. L'automobile est aujourd'hui accessible à une grande majorité de la population et il devient primordial d'amorcer les réflexions autour de l'organisation de nos systèmes de transport qui n'arrivent plus à gérer efficacement les contraintes que pose un trop grand nombre de véhicules sur la route. Congestion, pollution, bruit et manque de places de parking sont autant de résultantes problématiques qu'il importe de résoudre, tout du moins d'atténuer. Malgré les efforts menés par les grandes agglomérations, qui ont développé leur système de transport existant en y adjoignant parfois de nouveaux modes (métro, bus, tramway), il reste néanmoins toujours difficile d'absorber une demande toujours grandissante et de nouvelles alternatives doivent être identifiées [4].

Depuis plus d'une dizaine d'années, les systèmes d'autopartage (*carsharing* en anglais) n'ont cessés de se développer. Ils sont aujourd'hui présents dans plus d'une vingtaine de grandes villes françaises (Paris, Lyon, Marseille, Rennes, Nice, Bordeaux, Nantes, etc.) et permettent de répondre aux besoins de mobilité en garantissant l'accès au véhicule automobile sans les contraintes de ce dernier. Ils représentent une solution écologique et innovante, se positionnant comme réelle alternative économique au véhicule privé lorsqu'il est peu utilisé. Ces systèmes mettent à disposition une flotte de véhicules répartie sur un ensemble de stations et pouvant être utilisée par un large groupe d'utilisateurs [5]. Historiquement, les premiers systèmes dits "*round trip*" imposent le retour du véhicule à la station où il a été emprunté. Depuis peu, de nouveaux systèmes baptisés "*one-way*" suppriment cette contrainte étendant ainsi l'utilisation du système jusqu'alors restreint à des usages majoritairement spécifiques [3] (loisirs, shopping). Mais s'ils permettent de répondre à un plus grand nombre de demandes, la liberté de choix sur le retour des véhicules occasionne un déséquilibre du système qu'il advient alors de contrôler pour ne pas perdre en efficacité.

## 2 Modélisation et résultats

Dans ce papier, nous proposons d'aborder la question de l'implantation d'un système d'auto-partage "one-way". Plus particulièrement, nous nous intéressons au nombre et à la disposition des véhicules lorsque les stations sont fixées. L'objectif est de déterminer les mouvements de véhicules permettant de répondre au plus grand nombre de demandes tout en tenant compte des possibilités de relocalisation de véhicules nécessaires au maintien d'un bon niveau de service.

Dans une précédente étude [2], nous proposons une modélisation du problème en utilisant les "Time extended graph" (TEG) introduits par Ahuja *et al.* [1]. Ce type de graphe permet de suivre l'évolution du système au cours du temps (*e.g.* une journée type de 24h). Les nœuds représentent les stations tandis que les arcs modélisent les "mouvements" potentiels des véhicules (rester à une station, satisfaire une demande et opérer une relocalisation de véhicule d'une station vers une autre). Nous montrons que toute solution réalisable du problème peut être décrite à travers des flots sur les arcs. Le problème peut ainsi être formalisé sous la forme d'un programme linéaire en nombres entiers (PLNE) et s'articule dans notre étude autour de trois critères d'optimisation : maximiser le nombre de demandes (1) et minimiser à la fois le nombre de véhicules (2) et le nombre de relocalisation de véhicules (3).

On démontre dans certains cas que les solutions optimales du problème relaxé (PL) sont strictement meilleures que celles du problème initial, même dans le cas où les capacités sur les arcs sont entières. D'autre part, il est possible d'améliorer de manière significative les temps de résolution en réduisant les possibilités de relocalisation de véhicules (*i.e.* la densité du TEG). Lorsque l'on considère des opérations potentielles de relocalisation toutes les heures, les temps de calculs sont réduits de moitié (resp. 90%) pour la résolution en PLNE (resp. PL) par rapport à une situation où ces opérations peuvent être envisagées à tout instant. La qualité des solutions obtenues est alors à 2% de l'optimum.

## 3 Conclusions et perspectives

Les fronts de Pareto sont obtenus par résolutions successives d'un même PL examinant l'efficacité du système (nombre maximal de demandes satisfaites) pour différentes valeurs des objectifs (1) et (2). Pour des instances avec 50 stations et une discrétisation temporelle de l'ordre de 10 minutes, ces fronts sont rapides à calculer (en moyenne, 8 secondes pour des variables continues et 2'45 pour des variables entières) en comparaison des temps de génération des programmes linéaires (de l'ordre de 20 minutes) qui comportent environ 360 000 variables et 7 200 contraintes. La prochaine étape consiste donc à améliorer les temps de génération et de calcul en cherchant à diminuer la densité des graphes. A moyen terme, l'intégration de contraintes liées à l'énergie et l'utilisation de ce problème pour répondre à la question du positionnement des stations sont également envisagées.

## Références

- [1] R.K. Ahuja, T.L. Magnanti, and J.B. Orlin. *Network flows : theory, algorithms, and applications*. Prentice Hall, 1993.
- [2] A. Carlier, A. Munier-Kordon, and W. Klaudel. Optimization of a one-way carsharing system with relocation operations. In *Proceedings of MOSIM*, November 2014.
- [3] C. Costain, C. Ardron, and K.N. Habib. Synopsis of users' behaviour of a carsharing program : A case study in toronto. *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 46(3) :421–434, March 2012.
- [4] W.J. Mitchell. *Reinventing the automobile : Personal urban mobility for the 21st century*. MIT Press, 2010.
- [5] S.A. Shaheen, D. Sperling, and C. Wagner. A short history of carsharing in the 90's. *Institute of Transportation Studies*, September 1999.