Estimer le comportement du chauffeur en milieu urbain à travers des modèles de tournées

Asmaa Azami, Jesus Gonzalez-Feliu, Patrick Burlat, Joëlle Morana

▶ **To cite this version:**

Asmaa Azami, Jesus Gonzalez-Feliu, Patrick Burlat, Joëlle Morana. Estimer le comportement du chauffeur en milieu urbain à travers des modèles de tournées. 16ème conférence ROADEF. Société Française de Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision, Feb 2015, Marseille, France. hal-01139474

HAL Id: hal-01139474
https://hal.science/hal-01139474

Submitted on 5 Apr 2015

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.

Estimer le comportement du chauffeur en milieu urbain à travers des modèles de tournées

Asmaa Azami (1), Jesus Gonzalez-Feliu (1), Patrick Burlat (1)& Joëlle Morana (2)
(1) Performance Industrielle et Environnementale des Systèmes et des Organisations (PIESO)
Institut Fayol-EMSE, Ecole Superieur des Mines, Saint-Etienne
(2) Laboratoire d'Economie des Transports (LET)
Université Lyon 2

January 5, 2015

Mots clés : Théorie de décision, routine, logistique urbaine, VRP, heuristiques constructives, graphe multimodal.

1 Introduction

Dans le cadre du projet ANNONA (Aide à la décision pour le développement de schémas logistiques durables, ANR VBD 2013), nous nous intéressons à la problématique du transport de marchandises en ville dans l'objectif d'aider les acteurs à choisir les meilleures stratégies de distribution de marchandises en milieu urbain dans une vision durable de la ville. Ceci est fait par l'intermédiaire d'un simulateur de scénarios basé sur un système d'information géographique.
Cet outil informatique permet d'évaluer l'impact environnemental, économique et social des différentes actions de la logistique urbaine : espaces logistiques urbains de type CDU (Centre de Distribution Urbain), aire de livraison, restrictions d'accès...
Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de prédire les tournées réelles faites par les chauffeurs pour chaque scénario généré par les décideurs. Ce qui nous a ramené à introduire le savoir-faire du chauffeur dans les tournées obtenues par les algorithmes d'optimisation dans l'objectif de représenter les tournées réelles des chauffeurs.

2 Description du problème

2.1 Comportement du chauffeur

D'après un entretien avec le gestionnaire de centre de distribution urbaine stéphanoise Simplycité et d'après les données liées aux tournées des chauffeurs de ce centre de distribution, le chauffeur-livreur commence de charger son véhicule entre 8h et 8h30 du matin et prend connaissance des livraisons qu'il doit effectuer lors de sa tournée.
Ensuite, il détermine les itinéraires qu'il envisagera de prendre suivant un schéma mental auquel le chauffeur associera les adresses des destinataires. En effet, ce schéma mental est construit à partir des itinéraires que le chauffeur a l'habitude de prendre selon sa routine, d'un point de passage à un autre.
Sachant que l'itinéraire imposé par la routine ne correspond pas forcément au plus court chemin, nous sommes donc amenés à modéliser le réseau de transport selon les habitudes du chauffeur, en utilisant la théorie de décision.

2.2 Modélisation mathématique du comportement

2.2.1 Hypothèse

Notre point de départ de la modélisation du comportement du chauffeur se base sur le faite qu'un chauffeur qui effectue une tournée va en générale passer par des lieux qu'il connait ou préfère et que nous qualifierons

de "points préférés".

2.2.2 Choix et préférence

Dans cette modélisation, nous introduisons la notion du choix du chauffeur et ses préférences ainsi que le lien entre ces deux notions.
Choix : le chauffeur effectue ses choix à partir d'un ensemble X d'alternatives, c'est-à-dire l'ensemble d'itinéraires possibles entre deux points de livraison. Et plus précisément d'un ensemble des itinéraires qu'il connait, noté $A \subset X$ et ceci en se basant sur la fonction du choix, définie comme suit:

$$\begin{array}{rccc} c & : & X & \rightarrow & X \\ & & A & \mapsto & c(A) \subset A \end{array}$$

Pour chaque $I \in A$, il existe un choix $C(I)$ qui suit la fonction suivante :

$$\begin{array}{rcll} C(I) & = & 1 & si \;\; n \geq p \\ & & 0 & sinon \end{array}$$

Avec : n est le nombre des points de passage préférés et p le seuil de ces nombres de points dans le cadre de la fonction C.
Lorsque le chauffeur fait ses choix parmi un ensemble d'itinéraires, on dit qu'il y a une relation de préférences entre ces choix.
Préférences : Soient I_a, I_b et I_c des itinéraires choisis par le chauffeur, I_a (respectivement I_b et I_c) est l'itinéraire dont le nombre des points préférés(raccourcies mentaux) est a (respectivement b et c).
On définit une relation de préférence stricte entre les itinéraires et on note : $I_a \succ I_b$ qui s'exprime de la façon suivante : l'itinéraire I_a est strictement préféré à l'itinéraire I_b.
La relation de préférence stricte du chauffeur est dite rationnelle si elle vérifie les axiomes suivants:

- Asymétrique : Si $I_a \succ I_b$, c'est-à-dire que Le chauffeur préfère I_a à I_b, on ne peut pas dire qu'il préfère I_b à I_a : $I_a \succ I_b \nrightarrow I_b \succ I_a$. Et donc la relation est bien asymétrique.
- Transitivité : Si $I_a \succ I_b$ et $I_b \succ I_c$ alors $I_a \succ I_c$.
- Irréflexivité : Le chauffeur ne peut pas préférer strictement un itinéraire à lui-même.
- Transitivité négative : Si $\neg I_a \succ I_b$ et $\neg I_b \succ I_c$ alors $\neg I_a \succ I_c$.
- Acyclique : Si $I_a \succ I_b \succ ... \succ_z$, on ne pourrait pas mettre que $I_z \succ I_a$ d'après l'axiome de la transitivité.

Alors la relation de préférence stricte du chauffeur est rationnelle parce que c'est une relation asymétrique, transitive et Irréflexible, et qui vérifie également les axiomes de la transitivité négative et de l'acyclicité.
Dès lors, on peut représenter cette relation de préférence entre les choix du chauffeur une représentation ordinale en utilisant la fonction d'utilité.

2.2.3 Fonction d'utilité

Soit u une fonction sur l'ensemble des choix H. On considére u(x) comme une valeur de mesure de routine que le chauffeur peut retirer de l'alternative $I_{n1} \in H$. On appelle donc u une fonction d'utilité.

$$\begin{array}{rccc} U & : & H & \rightarrow & \mathbb{R} \\ & & I_{n1} & \mapsto & u(I_{n1}) \end{array}$$

$U(I_{n1})$ représente l'utilité du chauffeur pour prendre l'itinéraire I_{n1}. On peut donc définir l'utilité de l'itinéraire choisi par le chauffeur par :

$$u(I_{choisi}) = max_{I_{ni} \in H}(u(I_{ni}))$$

avec $u(I_{ni}) = ni$ avec ni est le nombre des points de passage habitués du chauffeur.
Ensuite, pour mieux intégrer le savoir faire du chauffeur, on va inclure la notion d'utilité (déterminer le schéma mental du chauffeur), dans la modélisation du réseau du transport qui suit.

2.3 Modélisation mathématique du réseau du transport

Dans notre problème, nous considérons que le graphe de départ représente un réseau de transport en centre ville. Dans ce graphe nous avons modélisé les réglementations et les contraintes de la route et nous avons associé à chaque arc (chemin) une valeur de temps qui dépend de la distance parcourue, la congestion,...
Sur ce graphe de départ, on va appliquer un problème de tournée de véhicule. Dans ce type de problème, on considère qu'on doit passer une et une seule fois devant chaque sommet, ce qui est complètement contradictoire avec la réalité, car le chauffeur peut passer plusieurs fois devant le même sommet.
Pour cette raison nous sommes amenés à faire une transformation du graphe de départ. Cette transformation consiste à garder juste les points de livraisons et lier ces derniers par des arcs qui représentent le chemin routier habituel pour chaque chauffeur obtenu par l'utilisation de la fonction d'utilité en mémorisant ce trajet par l'intermédiaire des points de passage (les raccourcies mentaux du chauffeur) qui vont représenter une information liée à l'arc.
Donc, une nouvelle version du problème est définie par un nouveau graphe multicouche $G_{vrpUrbain}$ où chaque couche représente la modélisation du réseau du transport selon le routine d'un chauffeur c'est-à-dire le schéma mental d'un chauffeur. Brièvement,on note $G_{vrpUrbain} = (Z, A)$ avec

- Z définit l'ensemble des sommets du graphe avec :
  - L'ensemble Z_{CDU} qui représente le centre de distribution urbain.
  - L'ensemble Z_{client} qui représente les clients à livrer dans tout le graphe multicouche avec $Z_{client} = \cup Z_{client-ch-i}$.
- A définit l'ensemble des arcs possibles pour tous les schémas mentaux de tous les chauffeurs avec $A = \cup_{i \in 1..m} A_{ch_i}$ avec A_{ch_i} est le schéma mental selon le chauffeur i.

2.4 La formulation mathématique

Variables de décision :

- $x_u^k = 1$ 1 si le chauffeur $k \in K$ passe par l'arc $u \in A$.

La fonction objectif et les contraintes:

$$\min \sum_{u \in A} \sum_{k \in K} x_u^k t_u^k \tag{1}$$

$$\sum_{i \in \widetilde{I_c}} \sum_{u \in \delta^+(i)} x_u^k = 1 \quad \forall \widetilde{I_c} \subset Z_{client} \tag{2}$$

$$\sum_{i \in \widetilde{I_c}} \sum_{u \in \delta^-(i)} x_u^k = 1 \quad \forall \widetilde{I_c} \subset Z_{client} \tag{3}$$

$$\sum_{u \in \delta^-(i)} x_u^k - \sum_{u \in \delta^+(i)} x_u^k = 0 \quad \forall i \in Z_{client} \tag{4}$$

$$\sum_{i \in Z_{client}} p_i \sum_{u \in \delta^+(i)} x_u^k \leq P_k \quad \forall k \in \{1..m\} \tag{5}$$

$$\sum_{i \in Z_{client}} v_i \sum_{u \in \delta^+(i)} x_u^k \leq V_k \quad \forall k \in \{1..m\} \tag{6}$$

$$\sum_{u \in A} \sum_{k=1}^{m} x_u^k \leqslant S_k \;\; S \subset V \; 2 \leqslant |S| \leqslant n-2 \tag{7}$$

$$x_u^k \in \{0,1\} \;\; \forall k \in \{1..m\} \; u \in A \tag{8}$$

A partir de la formulation mathématique que nous avons proposée. Nous avons commencé par résoudre la formulation (VRP-Urbain) en utilisant le logiciel ILOG CPLEX, et nous avons pu ensuite obtenir les premiers résultats. Cependant les instances résolues étaient de petites tailles d'où l'idée d'appliquer des méthodes de résolution approchée (heuristique).

3 Méthodes de résolution

3.1 Plus proche voisin

Nous avons choisi d'utiliser l'heuristique du plus proche voisin qui représente une heuristique de construction simple et une des heuristiques les plus utilisées. L'idée principale de l'heuristique est de trouver, à partir d'un CDU, le client le plus proche. Ce dernier devient actif dès qu'il est livré. Ensuite, on cherche le prochain client le plus proche qui deviendra actif à son tour. On répète cette étape jusqu'à ce que tout les clients soient livrés, tout en prenant en considération la capacité du véhicule. Cette heuristique permet de donner une solution approchée de notre problème.

3.2 Cluster-first route second

Le gestionnaire du CDU s'occupe de subdiviser ses clients; ceci est fait à l'aide des techniques de clustering. En effet, chaque chauffeur s'occupe de livrer les clients du cluster qui lui ont été attribué. Pour modéliser tout ceci, nous avons choisi l'heuristique de construction à deux phases : Cluster-first route second. La première phase de cette heuristque permet de définir les clusters à l'aide de l'algorithme Prim. Ensuite, on définit la tournée optimale de chaque cluster.

3.3 Résultats obtenues

Dans un premier temps, nous avons fait une transformation du réseau de transport en un graphe $G_{vrpUrbain}$ par l'intermédiaire du calcul du plus court chemin entre les points de livraison. Cependant, nous n'avons pas encore introduit dans nos calculs la notion de préférence du chauffeur, et les résultats que nous avons obtenus sont les suivants :

	|N|	|P|	|C|	|V|	|tmpTransf|	|SolPPV|	tmpEx1	|SolCFRS|	|tmpEx2|
Instance 1	100	66	34	2	1min	144	0.5min	158	1min
Instance 2	144	90	54	2	3min	175	0.4min	175	1.5min
Instance 3	1000	960	40	2	40min	215	0.6min	215	1min
Instance 4	2000	1970	30	2	64min	498	0.5min	468	1min

Table 1: Les résultats de plus proche voisin et cluster-first route-second

4 Les prochains travaux

Les premiers résultats obtenus qui sont effectués sur des instances théoriques en utilisant les deux heuristiques, restent loin des solutions optimales. Pour cela, nous envisageons d'améliorer ces résultats par l'utilisation des métaheuristiques ordinaires et par l'hybridation de ces métaheuristiques. De plus, nous allons également nous intéresser à d'autre classes de routines plus complexes pour mieux modéliser le comportement du chauffeur. D'autre résultats plus avancés seront présentés lors du congrès.

References

[1] Cattaruzza, D., Absi, N., Feillet, D., Gonzalez-Feliu, J. (2014), Vehicle Routing Problems for City Logistics, EURO Journal of Transportation and Logistics, accepté pour publication.

[2] Golden, B. L., Raghavan, S., Wasil, E. A(2008). The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges : latest advances and new challenges. *Springer* volume 3.

[3] Li, F., Golden, B., Wasil, E. (2005). Very large-scale vehicle routing: new test problems, algorithms, and results. *Computers and Operations Research* 32(5), 1165-1179.

[4] Toth, P., Vigo, D. (Eds.). (2001). The vehicle routing problem *Siam.*