

Sur la régulation des systèmes de vélos en libre-service avec contraintes de temps

Imed Kacem¹, Ahmed Abdelmoumene Kadri¹, Pierre Laroche¹

Université de Lorraine, LCOMS EA 7306, F-57045 Metz, France¹

imed.kacem@univ-lorraine.fr

ahmed-abdelmoumene.kadri@univ-lorraine.fr

pierre.laroche@univ-lorraine.fr

Mots-clés : *ordonnancement, optimisation, tournées de véhicules.*

1 Introduction

Nous considérons le problème de régulation des stations dans les systèmes de vélos en libre-service. Cette opération est réalisée par des véhicules spécifiques qui déplacent généralement des vélos à partir des stations saturées vers des stations vides. Notre objectif est de calculer une tournée pour un seul véhicule de régulation tout en minimisant le temps pondéré où les stations restent déséquilibrées. Ce problème peut être formulé comme suit :

$$\text{Minimiser} \quad \sum_{i=1}^n t_i w_i$$

Sous contraintes :

$$t_0 = 0 \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0,j} = 1 \tag{2}$$

$$t_j \geq t_i + x_{i,j} d_{i,j} + (x_{i,j} - 1) \times M' \quad \forall i, j \in N \tag{3}$$

$$\sum_{i=0}^n x_{i,j} = 1 \quad \forall j \in N \tag{4}$$

$$\sum_{i=0}^n x_{j,i} = 1 \quad \forall j \in N \tag{5}$$

$$x_{i,j} \in \{0, 1\} \tag{6}$$

Données :

N : désigne l'ensemble de stations, ($N = \{1, 2, \dots, n\}$).

E_i : désigne le nombre de vélos disponibles à la station i .

R_i^- : désigne le nombre minimum de vélos requis à la station i .

R_i^+ : désigne le nombre maximum de vélos requis à la station i .

$d_{i,j}$: désigne le temps de déplacement du véhicule de régulation entre les stations i et j .

w_i : désigne l'écart entre E_i et le seuil R_i , avec :

$$w_i = \begin{cases} R_i^- - E_i & \text{si } E_i \leq R_i^- \\ E_i - R_i^+ & \text{si } E_i \geq R_i^+ \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Variables de décision :

t_i : désigne le temps d'arrivée du véhicule à la station i .

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{si le véhicule se déplace de la station } i \text{ vers la station } j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

(2) force le départ du véhicule à partir du dépôt à $t=0$ comme exprimé par (1). Nous utilisons dans (3) la méthode du grand M (noté M'), pour assurer le temps nécessaire de déplacement du véhicule d'une station i vers une station j . (4) et (5) signifient que le véhicule doit visiter chaque station une et une seule fois dans un tour. Finalement, (6) sont les contraintes binaires.

2 Résolution basée sur la décomposition

Le problème adressé est NP-difficile au sens fort [1]. Ainsi, nous proposons une méthode heuristique basée sur deux étapes : 1) la décomposition du réseau en plusieurs zones avec longueur et largeur fixes, et 2) la résolution du problème de routage du véhicule pour chaque zone par un algorithme génétique. Finalement, le problème maître qui consiste à relier les zones issues de la décomposition est résolu par l'algorithme génétique. Ainsi, La solution du problème est obtenue en combinant les solutions locales et la solution globale.

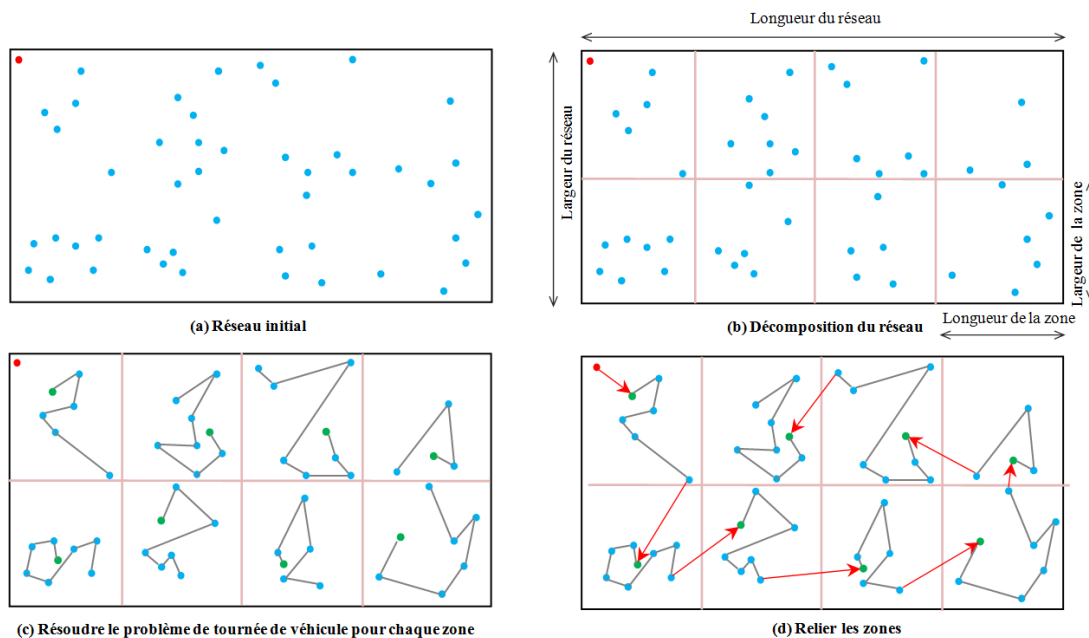


FIG. 1 – Processus de résolution

Les tests effectués en utilisant CPLEX 12.6 montrent que ce solveur n'est pas capable de résoudre à l'optimum des instances de taille moyenne en temps raisonnable (2 heures en moyenne pour des problèmes avec 20 stations). En revanche, notre étude expérimentale a mis en évidence que notre méthode fournit des résultats de bonne qualité [1] pour des problèmes avec jusqu'à 80 stations en quelques secondes [2]. En outre, ces résultats montrent l'intérêt de la régulation par décomposition du réseau en multiple zones. Ainsi, le nombre de décompositions impacte la qualité de la solution et dépend de la densité des stations. Par conséquent, il n'est plus intéressant de décomposer davantage le réseau à partir d'un certain nombre de zones.

Références

- [1] Ahmed Kadri, Imed Kacem, Karim Labadi. A branch-and-bound algorithm for solving the static rebalancing problem in bicycle-sharing systems. *Computers & Industrial Engineering (Elsevier)*, 95 (2016) 41-52.
- [2] Imed Kacem, Ahmed Kadri, Pierre Laroche. A 2-Steps procedure for Solving the Inventory Balancing Problem with Time Constraints. *46rd International Conference on Computer and Industrial Engineering (CIE46)*. 29-31 Octobre 2016, Tianjin (Chine). ISSN 2164-8689.