

Etat d'Art sur le problème de tournées de véhicules électriques

A. Author

October 8, 2024

1 Introduction

Dans les dernières années, avec le développement économique et l'augmentation de la population, la consommation d'énergie fossile a également augmenté rapidement. cela a conduit à une augmentation des émissions de gaz à effet de serre et à une pollution de l'environnement. Pour résoudre ce problème, les gouvernements et les entreprises ont commencé à promouvoir l'utilisation de véhicules électriques.

En 2015, les dirigeants du monde entier ont signé l'accord de Paris, qui vise à limiter le réchauffement climatique à moins de 2 degrés Celsius. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Les véhicules électriques sont une solution efficace pour réduire les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports.

D'autre part, le problème de tournées de véhicules (VRP) est un problème d'optimisation combinatoire qui consiste à déterminer un ensemble de tournées pour un ensemble de véhicules afin de desservir un ensemble de clients. Le but est de minimiser le coût total des tournées. Le VRP est un problème NP-difficile, ce qui signifie qu'il est difficile de trouver une solution optimale en un temps raisonnable. En effet, plus le nombre de clients est grand, plus le nombre de solutions possibles est grand. Par conséquent, il est difficile de trouver une solution optimale en un temps polynomial. Cependant, les contraintes rendent les solutions faisables plus rares.

Dans ce contexte, le problème de tournées de véhicules électriques (EVRP) est une extension du VRP dans laquelle les véhicules sont électriques. Les véhicules électriques ont une autonomie limitée et doivent être rechargés régulièrement. Par conséquent, le problème de tournées de véhicules électriques est plus complexe que le VRP. En effet, il est nécessaire de prendre en compte les contraintes de recharge des véhicules électriques pour trouver une solution faisable.

La recherche dans ce domaine devient de plus en plus importante en raison de l'augmentation de la demande de véhicules électriques. Dans ce document, nous présentons un état de l'art sur le problème de tournées de véhicules électriques. Nous commençons par une revue de la littérature sur le VRP, puis nous présentons les différentes approches pour résoudre le problème de tournées de véhicules électriques. Enfin, nous discutons des perspectives de recherche dans ce domaine.

2 Revue de la littérature sur le EVRP

2.1 EVRP avec time windows

Le problème de tournées de véhicules électriques avec fenêtres de temps (EVRPTW) est une extension du problème de tournées de véhicules électriques dans lequel chaque client a une fenêtre de temps dans laquelle il doit être desservi. Le but est de minimiser le coût total des tournées tout en respectant les contraintes de fenêtres de temps et de recharge des véhicules électriques.

Un algorithme mémétique amélioré par la diversité a été proposé [1] pour

3 Classification des articles selon la fonction objectif

Cette section présente la classification des articles publiés entre 2018 et aujourd’hui sur le *Problème de Routage des Véhicules Électriques* (EVRP) en fonction des fonctions objectives utilisées. Les fonctions objectives peuvent être utilisées seules ou en combinaison. Les fonctions objectives sont représentées par les notations suivantes :

1. F_1 : Nombre total de véhicules électriques utilisés.
2. F_2 : Distance totale de trajet.
3. F_3 : Temps total de trajet.
4. F_4 : Nombre total de stations de recharge utilisées ou coût de construction des stations.
5. F_5 : Coût total de recharge ou temps de recharge.
6. F_6 : Consommation totale d’énergie.
7. F_7 : Autres coûts opérationnels.

Le tableau présente les articles classés en fonction des fonctions objectives utilisées. Les colonnes du tableau indiquent les combinaisons spécifiques de ces fonctions dans les études.

Table 1: Classification des articles (2018-aujourd’hui) selon la fonction objectif

Article	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7
Abdallah and Adel (2020)						✓	
Aksoy et al. (2018)		✓					
Almouhanna et al. (2020)	✓	✓					✓
Arias et al. (2018)		✓		✓			✓
Basso et al. (2019)						✓	
Basso et al. (2021)						✓	
Booth et Beck (2019)	✓	✓					
Breunig et al. (2018)	✓	✓					
Breunig et al. (2019)	✓	✓					
Ceselli et al. (2021)						✓	
Cortés-Murcia et al. (2018)			✓				
Cortés-Murcia et al. (2019)						✓	
Cubides et al. (2019)		✓					✓
Echeverri et al. (2018)			✓		✓		
Erdelić et al. (2019)	✓	✓					
Erdem and Koç (2019)			✓				
Erdoğan and Karabulut (2020)		✓				✓	
Ferro et al. (2018)		✓			✓		
Froger et al. (2018)			✓				
Froger et al. (2019)			✓				
Futalef et al. (2020)			✓			✓	
Ge et al. (2020)	✓	✓				✓	
Ghobadi et al. (2021)		✓					✓
Goeke (2019)	✓	✓					
Granada-Echeverri et al. (2020)		✓					
Hulagu and Celikoglu (2020)	✓	✓		✓			
Hulagu and Çelikoglu (2019)	✓	✓		✓			✓
Jia et al. (2021)		✓					
Jia et al. (2019)		✓			✓		✓

(suite)

Article	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7
Kancharla and Ramadurai (2018)						✓	
Kancharla and Ramadurai (2020)			✓				
Karakatič (2021)			✓				
Keskin, Akhavan-Tabatabaei, et al. (2019)	✓					✓	
Keskin and Çatay (2018)	✓					✓	
Keskin et al. (2021)	✓					✓	
Keskin, Laporte, et al. (2019)	✓					✓	
Keskin Özel et al. (2018)	✓					✓	
Koç et al. (2019)			✓		✓		
Kopfer and Vornhusen (2019)						✓	
Kouider et al. (2018)	✓					✓	
Kouider et al. (2019a)	✓					✓	
Kullman et al. (2018)			✓				
Küçükoglu et al. (2019)		✓					
Lee (2020)			✓				
B. Li et al. (2019)			✓				
H. Li et al. (2020)	✓					✓	
J. Li et al. (2020)	✓					✓	
L. Li et al. (2019)		✓					
Lin et al. (2021)					✓		
Löffler et al. (2020)	✓	✓					
Lu et al. (2020)	✓	✓					
Lu and Wang (2019)		✓					
Mao et al. (2020)	✓	✓			✓		
Mavrovouniotis et al. (2019)			✓				
Mavrovouniotisa et al. (2020)		✓					
Meng and Ma (2020)	✓	✓			✓		
Paz et al. (2018)		✓					
Pelletier et al. (2019)	✓					✓	
Raeesi and Zografos (2020)	✓	✓					
Rastani (2020)						✓	
Reyes-Rubiano et al. (2019)			✓				
Rezgui et al. (2019)	✓	✓		✓			✓
Sayarshad et al. (2020)		✓					
Schiffer et al. (2018)	✓	✓	✓				
Setak and Karimpour (2019)		✓				✓	
Shao et al. (2018)	✓	✓		✓			✓
Soysal et al. (2020)					✓		
Tahami et al. (2020)	✓						
Taş (2021)	✓				✓	✓	✓
Verma (2018)							
Wang et al. (2019)							
Wang et al. (2020)							
Wu and Zhang (2021)							
Xiao et al. (2019)							
Yamak (2019)							
Yang et al. (2021)							
R. Zhang et al. (2020)							
S. Zhang et al. (2020)							
S. Zhang et al. (2018)							
X. Zhang et al. (2018)							

(suite)

Article	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7
Zhao and Lu (2019)							
Zhao et al. (2020)							
Zhou and Tan (2018)							
Zhou et al. (2021)							
Zhu et al. (2020)							
Zuo et al. (2019)							

Comme illustré dans le tableau ??, plusieurs études publiées depuis 2018 considèrent des combinaisons de fonctions objectives, telles que la combinaison du *nombre total de véhicules utilisés* (F_1) et la *distance totale parcourue* (F_2), ou encore l'ajout des *autres coûts opérationnels* (F_7).

References

- [1] Jianhua Xiao et al. “A diversity-enhanced memetic algorithm for solving electric vehicle routing problems with time windows and mixed backhauls”. In: *Applied Soft Computing* 134 (2023), p. 110025. URL: <https://www.elsevier.com/locate/asoc>.