

# Optimisation du dimensionnement d'une flotte de véhicules électriques et de leurs bornes de recharge par des méthodes de décomposition

Ludovic Girault<sup>1,2</sup>, Guilhem Dupuis<sup>2</sup>, Cheng Wan<sup>2</sup>, Thomas Triboulet<sup>2</sup>, Rodolphe Griset<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ENSTA ParisTech

`ludovic.girault@ensta-paris.fr`

<sup>2</sup> EDF R&D France

`guilhem.dupuis@edf.fr`, `cheng.wan@edf.fr`, `thomas.triboulet@edf.fr`,  
`rodolphe.griset@edf.fr`,

**Mots-clés** : *recherche opérationnelle, optimisation.*

## 1 Introduction

EDF travaille sur la gestion de flottes de véhicules électriques dans le cadre de la transition énergétique vers une économie décarbonnée.

## 2 Travaux

### 2.1 Problème à résoudre

On s'intéresse à une flotte devant satisfaire une demande en trajet au cours de la journée (transport de personnes, livraisons, maintenance). Le problème à résoudre correspond au dimensionnement d'une flotte de véhicules électriques et de ses bornes dédiées. La modélisation est reprise de l'article : [1]

1. L'objectif principal étant le dimensionnement, les trajets sont modélisés comme des flux et non individuellement. Pour satisfaire une même demande, plusieurs flux peuvent s'additionner.
2. La réponse à une demande implique une date de départ (modélisation type taxi), et laisse libre (mais pénalisée) la durée de trajet.
3. Le problème est périodique : à la fin de la journée, les véhicules sont à leur point de départ. Des trajets de relocalisations sont donc proposés.
4. L'autonomie des véhicules est prise en compte. Ils peuvent faire un détour pour se recharger à une borne.
5. La fonction coût comprend l'amortissement des véhicules et des bornes, l'usure des véhicules, le coût de recharge électrique, somme d'un coût fixe dépendant de la borne et du signal prix variable dans la journée, et un coût du temps transport, intégrant les trajets et les éventuelles étapes de recharge en cours de trajet.

### 2.2 Méthodes mises en oeuvre

Le problème étant de grande taille, une décomposition de Dantzig-Wolfe a été proposée pour traiter les problèmes de grande taille. Le problème maître traite alors le dimensionnement du nombre de véhicules et de bornes et la décomposition calcule pour chaque demande de trajet le trajet optimal. Le problème décomposé étant continu, la décomposition de Dantzig-Wolf doit converger vers l'optimum à condition d'avoir suffisamment d'itérations.

## 2.3 Extension de modélisation

La modélisation de l'article [1] a été étendue. Pour traiter le problème, une possible non satisfaction de toutes les demandes a été mise en place, avec une fonction coût croissante : le fait de ne pas satisfaire une petite partie de la demande est peu pénalisé.

Par ailleurs, un fonctionnement de type smart charging a été pris en compte : en arrivant à une borne, il est possible de ne pas charger immédiatement le véhicule. Cela présente un intérêt du fait du nombre restreint de bornes (gestion locale de la rareté) et du fait d'un prix de l'électricité variable dans le temps (incitation à lisser la consommation d'électricité).

## 2.4 Tableau

Des instances ont permis de comparer les résultats de l'approche sans décomposition et de l'approche décomposée comme sur l'exemple ci-dessous, qui montre que la décomposition trouve l'optimum plus rapidement.

Le signe (\*) désigne l'optimum du problème.

Méthode	DW	Sans décomposition
Borne sup	126343	126339 (*)
Borne inf	126252	126327
Tps total (s)	49.9	90
Tps maître DW (s)	3.6	×
Nombre itérations DW	11	×

TAB. 1 – Tableau de résultats pour l'instance à 10 noeuds et 24 pas de temps

On constate de plus qu'à partir de 15 noeuds modélisés, la programmation linéaire sans décomposition échoue à fournir une solution du fait des limites de mémoire de la machine de test, contrairement à la méthode avec décomposition.

## 3 Conclusions et perspectives

Les améliorations possibles concernent notamment l'utilisation d'un algorithme de plus court chemin pour calculer le sous problème correspondant à la satisfaction d'un trajet, au lieu d'un algorithme de programmation linéaire.

## Références

- [1] Zhang Hongcai, Sheppard Colin J. R., Lipman Timothy E. and Moura Scott J. *Joint Fleet Sizing and Charging System Planning for Autonomous Electric Vehicles*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2020, 21(11), pp 4725–4738.