

# TITRE DE LA THESE

Gestion d'énergie optimisée étendue véhicules infrastructures

## Résumé

Cette thèse s'inscrit dans le cadre de la chaire Renault/Centrale Nantes sur l'amélioration des performances des véhicules électriques (EV/HEV). Elle est dédiée à la problématique de la gestion de la recharge des véhicules électriques, en utilisant des algorithmes d'optimisation et des stratégies de recharge intelligentes. Dans ce cadre, plusieurs contributions ont été proposées sur les sujets de la recharge intelligente d'une voiture électrique et la gestion de la recharge d'une flotte de véhicules électriques, en considérant les contraintes de mobilités (SOC désiré à la fin de la recharge et heure de départ), la température des batteries Li-ion, les infrastructures de recharge, et le réseau électrique.

Sur le sujet de la recharge intelligente d'une voiture électrique, les contributions se sont concentrées sur le développement d'algorithmes décentralisés, embarqués dans le véhicule, permettant la planification du profil de la puissance de recharge afin de réduire le coût de la recharge. Ces algorithmes prennent en compte les besoins de mobilités des utilisateurs de véhicules électriques et l'effet de la température sur la puissance de recharge des batteries Li-ion. Sur le sujet de la gestion de recharge de flotte de véhicules, les contributions portent essentiellement sur les algorithmes centralisés dans les stations de recharges de véhicules électriques. Un algorithme de recharge unidirectionnelle G2V a été proposé afin d'évaluer le nombre optimal de véhicules électriques à recharger avec un bon niveau de satisfaction des contraintes de mobilités et sans aucun renforcement de l'infrastructure. Le passage à l'algorithme bidirectionnel est fait grâce à l'exploitation de la fonctionnalité V2G qui permettra la participation des véhicules électriques dans la régulation de fréquence du réseau électrique.

Les contributions proposées concernant les algorithmes décentralisés ont l'avantages d'augmenter la précision d'estimation de SOC final à très basse température, et d'être embarqués sur le véhicule grâce à leur légèreté et à leur exécution rapide. D'autre part, les algorithmes centralisés de gestion de recharge de flotte de véhicule permettent une intégration des véhicules électriques à grande échelle sur le réseau et montrent le potentiel des voitures électriques dans la contribution à la stabilité du réseau électrique.

Les algorithmes et les stratégies développées ont été testés en simulation et seront testés sur un système de recharge de voiture électrique. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'avantages de la recharge intelligente sur la réduction des coûts, les bienfaits sur le réseau et l'importance la gestion de la recharge des flottes de véhicules électriques dans développement des services réseaux. Les essais de ces algorithmes sont en cours au TCR (TechnoCentre Renault).

Mots-clés : Voiture électrique (EV/PHEV), recharge des batteries Li-ion, effet de la température, algorithmes de planification, gestion d'énergie de flotte de véhicules électrique, réseau intelligent, V2G, régulation de fréquence.

## THESIS TITLE

Optimized Energy Management for Electric Vehicles and Infrastructures

## ABSTRACT

This thesis is part of the Renault/Centrale Nantes chair on improving the performance of electric vehicles (EV/PHEV). It is dedicated to the problem of the charging management of electric vehicles, using optimization algorithms and smart charging strategies. In this framework, several contributions have been proposed on the topics of smart charging of an EV and the smart energy management of a EV fleet, considering the mobility constraints (desired SOC at the end of the charging and departure time), the temperature of the Li-ion batteries, the charging infrastructures, and the power grid.

On the subject of smart charging of an EV, the contributions focused on the development of embedded algorithms allowing the scheduling of the charging power profile in order to reduce the charging cost. The proposed algorithms take into account the mobility needs of electric vehicle users, and the effect of temperature on the charging power of Li-ion batteries. On the subject of fleet energy management, the contributions focus on centralized algorithms in electric vehicle charging stations. A unidirectional recharging algorithm has been proposed in order to evaluate the optimal number of electric vehicles to be recharged with a good level of satisfaction of mobility constraints and without any infrastructure reinforcement. The switch to the bidirectional algorithm is due to the exploitation of the V2G functionality, which will allow the participation of electric vehicles in frequency regulation.

The proposed contributions on the first topic have the advantage of increasing the estimation accuracy of final SOC in very low temperature, and to be embedded on the EV due to the low computational capacity of the algorithms and the speed of execution. On the other hand, the EV fleet charging management algorithms allow the possibility of large-scale integration of electric vehicles on the grid and show the potential of EVs in contributing to the stability of the power grid by offering ancillary services such as frequency regulation.

The algorithms and strategies developed have been tested in simulation and will be tested on an EV charging system. The results obtained have highlighted the benefits of smart charging on cost reduction and grid benefits and the importance of electric vehicle fleet charging management in the development of grid services. These algorithms are being tested at TCR (TechnoCentre Renault).

Mots-clés : Electric vehicle (EV/PHEV), Li-ion battery charging, temperature effect, scheduling algorithms, EV fleet energy management, smart grid, V2G, frequency regulation.

Visa du Directeur de thèse