

# Optimisation distribuée pour la recharge intelligente de véhicules électriques

Offre de stage - CentraleSupélec et EDF

Novembre 2022

**Contexte** Avec l’augmentation du niveau de pénétration des énergies renouvelables à production variable (photovoltaïque, éolien), on anticipe dans les années à venir un besoin accru en *flexibilités*, des ressources pouvant rapidement adapter leur production ou leur consommation, afin de garantir un équilibre entre production électrique et demande. Cet équilibre est indispensable au bon fonctionnement du réseau électrique. Les batteries des véhicules électriques, dont l’usage s’est rapidement développé, constitue un gisement de flexibilités important. Leur rechargement peut en effet être ajusté au cours du temps, pourvu que les contraintes d’utilisation des consommateurs sont satisfaites. Le pilotage coordonné du chargement de flottes de véhicules électriques constitue ainsi un enjeu majeur.

Le stage a pour but de développer des algorithmes pour le pilotage optimal d’une flotte de véhicules électriques. Ce problème peut se formuler comme un problème d’optimisation non-convexe de grande taille, d’une structure spécifique, dite *agrégative*. En effet, la fonction objectif du problème peut s’exprimer comme une fonction d’un *agrégat*, la somme des consommations électriques de chacun des véhicules. On considèrera également des problèmes plus généraux faisant intervenir des agrégats partiels, portant sur des sous-groupes de véhicules soumis à des contraintes réseau spécifiques.

**Objectifs** Dans l’article [1], les auteurs proposent une approche originale d’optimisation distribuée pour les problèmes de type agrégatif. Cette approche repose sur une approximation convexe du problème, obtenue par randomisation. Cette approximation est de très bonne qualité lorsque le nombre d’agents est suffisamment grand et peut être résolue à l’aide de l’algorithme de Frank et Wolfe.

Dans ce stage, on se propose, dans un premier temps, d’appliquer cette approche au problème de recharge intelligente de véhicules électrique, avec le développement d’une maquette en Python ou Julia qui permettra de tester les performances de l’approche. Dans un second temps, il s’agira de proposer des développements méthodologiques nouveaux pour prendre en compte le cas où le nombre d’agents n’est pas suffisamment grand pour garantir une bonne qualité de la relaxation. Une approche possible consistera à formuler le problème comme un *problème d’optimisation convexe en nombres entiers* et de combiner des techniques récentes pour cette classe de problèmes (voir [2] et [3]) à l’algorithme de Frank et Wolfe stochastique introduit dans [1].

- [1] Large-scale nonconvex optimization: randomization, gap estimation, and numerical resolution. J.F. Bonnans, K. Liu, N. Oudjane, L. Pfeiffer, C. Wan. ArXiv preprint, 2022. [Lien.](#)
- [2] Algorithms and software for convex mixed integer nonlinear programs. P. Bonami, M. Kilinc, J. Linderoth. In *Mixed integer nonlinear programming* (pp. 1-39). Springer, New York, NY, 2012. [Lien.](#)
- [3] Outer approximation with conic certificates for mixed-integer convex problems. C. Coey., M. Lubin, J.P. Vielma. *Mathematical Programming Computation*, 12(2), 249-293, 2020. [Lien.](#)

**Conditions matérielles** Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche financé par le Programme Gaspard Monge pour l'Optimisation (PGMO), il sera co-encadré d'un côté par Nadia Oudjane, Cheng Wan et Guilhem Dupuis, chercheurs à EDF Lab Saclay et de l'autre côté par Laurent Pfeiffer, chercheur à INRIA-Saclay au Laboratoire des Signaux et des Systèmes (L2S).

- Lieu du stage : le temps de travail sera partagé entre

L2S CentraleSupélec	EDF Lab
3 rue Joliot Curie	7 Boulevard Gaspard Monge
91190 Gif-sur-Yvette	91120 Palaiseau

Les deux sites, proches géographiquement, sont accessibles en transports en commun via les lignes de bus 91.06 et 91.10.

- Durée : jusqu'à 6 mois, à partir d'avril 2023.
- Gratification : taux horaire de 3,90 euros/heure.
- Niveau requis : Troisième année d'école d'ingénieurs / Master 2.
- Profil : Mathématiques appliquées (optimisation), informatique (maîtrise de Python).

**Candidature** Les candidatures devront contenir CV, lettre de motivation, et relevé de notes de l'année scolaire précédente. Elles seront envoyées aux adresses suivantes.

Guilhem Dupuis	<a href="mailto:guilhem.dupuis@edf.fr">guilhem.dupuis@edf.fr</a>
Nadia Oudjane	<a href="mailto:nadia.oudjane@edf.fr">nadia.oudjane@edf.fr</a>
Laurent Pfeiffer	<a href="mailto:laurent.pfeiffer@inria.fr">laurent.pfeiffer@inria.fr</a>
Cheng Wan	<a href="mailto:cheng.wan@edf.fr">cheng.wan@edf.fr</a>