



EDF Lab Paris-Saclay
Département OSIRIS
7 Boulevard Gaspard Monge
91120 PALAISEAU

Proposition de stage 2024

« Modélisation agrégée de populations de véhicules électriques dans les modèles d'investissement et *dispatch* long-terme du système électrique »

Descriptif

Contexte

Le département OSIRIS est responsable, au sein d'EDF R&D, de développer des outils et méthodes pour la **gestion du portefeuille d'actifs d'EDF** (centrales de production, contrats clients, logistique gazière). Ces travaux sont particulièrement stratégiques dans le contexte d'évolution des marchés de l'électricité. Ils sont également utiles pour la gestion de risques financiers, pour l'analyse des marchés de l'électricité et pour la prévision de consommation. Les ingénieurs chercheurs du **groupe « portefeuille à long terme et SI d'études »** étudient les **nouveaux mix énergétiques sur un horizon long terme** (2035-2050) au sein des systèmes électriques mondiaux, et proposent un SI pour les études. En particulier, **les modèles d'investissement** – quels moyens de production électriques à construire sur la période 2035-2050 ? – **et de « dispatch »** - quel plan de production, heure par heure, pour ces moyens ? – **tiennent une place centrale dans ces travaux.**

Typiquement, ces modèles s'expriment sous la forme de **problèmes d'optimisation linéaires (avec variables entières) de très grande taille. Pour pouvoir les résoudre efficacement**, selon des contraintes de temps de calcul (et limites informatiques, notamment mémoire) exprimées par leurs utilisateurs on réduit la dimension du problème en rassemblant plusieurs « objets » individuels pour les **modéliser d'une manière agrégée**. Par exemple : (i) **de nombreux « petits » ouvrages hydrauliques** sont rassemblés dans des « **agrégats hydrauliques**¹ » synthétisant les contraintes des « petits » ouvrages ; (ii) **l'ensemble des véhicules électriques (VE) faisant de la « charge intelligente**² » est rassemblé en une unique « **batterie agrégée** » de très grande taille, en termes de puissance et capacité !

Pragmatique, **cette approche doit tout de même être interrogée** : quelles contraintes simples faire porter sur l'objet agrégé pour bien représenter la réalité des contraintes portant sur chaque objet individuel ? Ce questionnement prolonge des travaux menés à OSIRIS : (i) **[Jacquot2019]** propose une approche itérative consistant à raffiner progressivement l'ensemble de contraintes du modèle agrégé tant que la solution du problème d'optimisation associé n'est pas désagrégeable au niveau des objets individuels. ; (ii) **[Moreno2023, Séguret2023]** proposent une autre approche basée sur la **modélisation de la distribution d'une « population » avec un nombre infini d'agents, via des outils de champ moyen**³. Cette dernière approche est particulièrement **bien adaptée dans le cas où les objets individuels à agréger forment une population homogène et de grande taille comme dans le cas des VEs.**

Objectif

Ce stage vise à **étendre le travail de [Jacquot2019] en passant du cas d'un nombre d'agents N fini à une population (N=+∞), comme modélisé dans [Moreno2023, Séguret2023].** Concrètement, en axant ce travail sur le cas des VEs :

1. **Reprendre le principe de *projection alternée*** de [Jacquot2019] ;
2. **Étendre la remontée de coupes au cas de populations** (au lieu d'un ensemble fini d'agents

¹ A l'extrême, tous ces « petits » ouvrages peuvent être rassemblés dans un unique « lac France » ; passant d'une puissance de dizaines de MW pour ceux-ci à quelques GW pour « l'agrégat France ».

² Ou « smart charging », notamment pour faciliter l'équilibre production-consommation électrique ; voir, par exemple, [page EDF donnant plus de détails](#).

³ Dans ce cas, la distribution des « états », au sens du contrôle optimal, peut être contrôlée. Par exemple, l'état de charge (« State-of-Charge ») dans le cas des VEs.



EDF Lab Paris-Saclay
Département OSIRIS
7 Boulevard Gaspard Monge
91120 PALAISEAU

individuels dans [Jacquot2019]), **modélisées par des équations aux dérivées partielles** régissant la dynamique de leur distribution⁴ ;

3. **[Travail numérique] Sur des cas « génériques épurés », puis plus proches des outils opérationnels, évaluer la « sur-flexibilité » de la modélisation agrégée actuelle « VE France ».** Cette partie pourra se faire en discussion avec la Direction Stratégie d'EDF, partie prenante de cette réflexion.

Encadrement

Le travail proposé s'intègre dans un partenariat entre les équipes **EDF R&D « portefeuille à long terme et SI d'études »** et **« méthodes et outils d'optimisation »** d'une part et **les équipes Inria Polaris (Inria Grenoble) et Tropical (Inria Saclay et CMAP, Ecole polytechnique)** d'autre part, dans le cadre d'un « Défi-EDF-Inria⁵ ». **Ce stage pourra donner lieu à une thèse Cifre proposée entre EDF et l'Inria**, dans le cadre du « Défi EDF-Inria » mentionné ci-dessus.

Conditions matérielles

Lieu du stage : EDF Lab' Paris-Saclay, 7 Boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau ; accessible par transports en commun. Dans l'optique de la thèse qui pourrait suivre ce stage, 1-2 période(s) pourra(ont) être passée(s) au laboratoire Polaris de l'Inria (Grenoble).

Durée : 6 mois, avec un début entre janvier et avril 2024.

Rémunération : en fonction du niveau d'étude et de la formation préparée.

Connaissances requises : 3^{ème} année d'école d'ingénieur / Master 2 en optimisation.

Profil : mathématiques appliquées (optimisation, modèles stochastiques), informatique (Python/C++) et économie.

Renseignements complémentaires

EDF R&D / Equipe « portefeuille à long terme et SI d'études » (respectivement « méthodes et outils d'optimisation ») : Olivier BEAUDE, Juliette LESTURGIE (respectivement Nadia OUDJANE).

Inria / Equipe Polaris (Inria Grenoble) : Nicolas GAST et Bruno GAUJAL.

Inria / Equipe Tropical (Inria Saclay et CMAP, Ecole polytechnique) : Stéphane GAUBERT.

Pour répondre à cette offre, contacter olivier.beaude@edf.fr et nicolas.gast@inria.fr

Références

[Jacquot2020] Olivier Beaude, Pascal Benchimol, Stéphane Gaubert, Paulin Jacquot, and Nadia Oudjane (2020). A Privacy-Preserving Method to Optimize Distributed Resource Allocation, *SIAM J. Optim.*, 30(3), 2303--2336. [Disponible sur arXiv](#).

[Moreno2023] Moreno, B. M., Brègère, M., Gaillard, P., & Oudjane, N. (2023). A mirror descent approach for Mean Field Control applied to Demand-Side management. *arXiv preprint arXiv:2302.08190*.

[Séguret2023] Séguret, A. (2023, Avril). Contrôle optimal et incitations pour des systèmes décentralisés de type champ moyen. *Thèse de doctorat*.

⁴ De type *Fokker-Planck*.

⁵ Projet de recherche commun rassemblant thèses et post-docs pour développer des outils et mécanismes nécessaires dans un système électrique futur largement changé (cf. [« Futurs énergétiques 2050 » de RTE](#)).