

STAGES M2

Description Scientifique

ACRONYME et titre du projet : Méthodes d'optimisation multi-fidélités pour la conception de machines électriques

Noms et coordonnées des porteurs :

André Nasr (andre.nasr@ifpen.fr)

Delphine Sinoquet (delphine.sinoquet@ifpen.fr)

Sami Hlioui (sami.hlioui@cyu.fr, sami.hlioui@ens-paris-saclay.fr)

Laboratoires ou équipes :

Département systèmes électrifiés et département mathématiques appliquées d'IFP Energies Nouvelles

Laboratoire SATIE – Université Paris Saclay

Description (2 pages) :

IFP Energies Nouvelles et le laboratoire SATIE mènent des travaux sur le développement de machines électriques innovantes et performantes pour répondre aux enjeux de sobriété énergétique et d'impact écologique.

Dans ce contexte, l'étude concernera la mise en place de méthodes d'optimisation multi-objectifs et sous contraintes pour le dimensionnement optimal de machines. Compte-tenu des temps de simulation élevés (simulations basées sur des modèles éléments finis), le recours à des modèles simplifiés physiques ou statistiques s'avère indispensable. En particulier, les approches multi-fidélités permettent de prendre en compte différents simulateurs de complexité variable. En effet, les modèles numériques basées sur la méthode des éléments finis sont génériques et permettent d'avoir des niveaux de précision importante. Toutefois, leurs temps de calculs peuvent être relativement important, particulièrement pour les études en 3 dimensions qui ne sont actuellement pas exploitables pour des problèmes d'optimisations multivariables, multi objectifs sous contraintes. Pour le travail visé dans le cadre de ce stage, nous nous limiterons aux modèles 2D pour établir les différentes stratégies qu'on souhaite, plus tard, étendre aux modèles 3D.

L'étude consistera à développer une méthodologie d'optimisation basée sur des méthodes d'apprentissage actif construits à partir de plusieurs simulateurs/modèles physiques de complexité variable afin de limiter le temps de calcul. On s'intéressera à des modèles éléments finis avec des discrétisations plus ou moins fines et également à des modèles physiques simplifiés.

Ainsi, l'étude proposée s'inscrit dans le défi d'aide à la décision à partir de données complexes et incomplètes (par leur coût d'acquisition : coût de simulation élevé) et le défi sur le lien entre apprentissage et modélisation, par la problématique de l'apprentissage actif à partir de simulations avec différentes discrétisations ou physiques simplifiées.

Le stage se déroulera selon les étapes décrites ci-dessous :

- Etude bibliographique sur les méthodes à multi-fidélités
- Prise en main du modèle physique fin (modèle éléments finis du transducteur électromagnétique étudié)
- Mise en place d'un modèle rapide physique : soit en dégradant « judicieusement » le modèle fin soit en développant un modèle semi-analytique rapide.
- Mise en place d'une stratégie d'optimisation par approche à multi-fidélité pour un cas d'étude donné.

IFP Energies Nouvelles et le laboratoire SATIE co-encadrent depuis décembre 2021 une thèse de doctorat portant sur l'optimisation robuste des machines électriques. L'objectif de cette thèse est de proposer une méthodologie d'optimisation prenant en compte les incertitudes sur les variables d'optimisation. Les travaux du stage proposé viennent en complément de cette thèse.

[1] Sondergaard, J. (2003). Optimization using surrogate models - by the space mapping technique.

[2] Benjamin Peherstorfer, Karen Willcox, and Max Gunzburger, Survey of Multifidelity Methods in Uncertainty Propagation, Inference, and Optimization, 2018, SIAM review, Vol. 60, Iss. 3, <https://doi.org/10.1137/16M1082469>

[3] M. Giselle Fernández-Godino, Chanyoung Park, Nam H. Kim and Raphael T. Haftka, Issues in Deciding Whether to Use Multifidelity Surrogates, AIAA, Volume 57, Number 5, 2019, <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/1.J057750>.

STAGES M2

Annexe financière

Récapitulatif

Titre du Projet	Noms des Porteurs	Montant du Financement demandé
Méthodes d'optimisation multi-fidélités pour la conception de machines électriques	André Nasr, Delphine Sinoquet, Sami Hlioui	650 € * 6 mois

Durée et dates envisagées du projet : Février – Juillet 2023 (6 mois)