



## Proposition d'alternance

### Méthodes d'apprentissage pour l'optimisation et l'apprentissage de domaines admissibles

#### Contexte

IFP Energies nouvelles ([IFPEN](#)) est un acteur majeur de la recherche et de la formation dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement. De la recherche à l'industrie, l'innovation technologique est au cœur de toutes ses activités. Dans le cadre de la mission d'intérêt général qui lui a été confiée par les pouvoirs publics, IFP Energies nouvelles s'attache à :

- Apporter des solutions pour relever les défis de la société en matière d'énergie et de climat, en favorisant l'émergence d'un mix énergétique durable
- Créer de la richesse et des emplois en soutenant l'activité économique française et européenne, et la compétitivité des filières industrielles associées

Dans les multiples domaines applicatifs d'IFPEN (éolien, moteurs électriques, stockage de CO<sub>2</sub>, ...), le recours à des méthodes d'optimisation et de traitement des incertitudes est critique lors des différentes phases de développement et de mise au point des systèmes de plus en plus complexes.

#### Mission(s) principale(s) et activités

Les travaux proposés concerneront l'adaptation de modèles d'apprentissage pour la détermination de domaines admissibles décrits par des contraintes de robustesse ou de fiabilité [1, 2] ou des contraintes liées aux limites des simulateurs numériques [3].

Par exemple, lors de la phase de développement d'une éolienne flottante, nous cherchons à déterminer les designs de flotteurs vérifiant des contraintes de fiabilité (probabilité de dommage faible) lorsque le système est soumis à des conditions de vent et de houle variées et/ou répétitives, modélisées par des variables aléatoires. L'exploration de l'espace des variables de conception ainsi que la propagation des incertitudes sur les conditions environnementales nécessitent un grand nombre d'évaluations du modèle numérique de l'éolienne flottante. Or, les simulateurs modélisant le comportement mécanique du système sont complexes et coûteux en temps de calcul, ce qui nécessite l'utilisation de modèles de substitution (modèles statistiques d'apprentissage).

Les objectifs de ce projet sont

- d'adapter les codes disponibles (codes propriétaires ou open source) à nos besoins applicatifs : algorithmes d'apprentissage des espaces admissibles pour les contraintes et benchmark des modèles d'apprentissage pour la grande dimension (grand nombre de variables)
- de les évaluer sur des benchmarks de cas tests et des problèmes issus d'applications réelles IFPEN telles que la conception optimisée d'éolienne ou de machines électriques
- d'aboutir à des packages que l'on souhaite publier en open-source (e.g. sur le [CRAN](#)) et intégrer dans la plate-forme open source Lagun [4].

## Références

- [1] El Amri, M.R., Helbert, C., Lepreux, O. et al. Data-driven stochastic inversion via functional quantization. *Stat Comput* 30, 525–541 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11222-019-09888-8>
- [2] Duhamel, C., Helbert, C., Munoz Zuniga, M. et al. A SUR version of the Bichon criterion for excursion set estimation. *Stat Comput* 33, 41 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11222-023-10208-4>
- [3] Menz, M., Munoz-Zuniga, M., Sinoquet, D., Learning hidden constraints using a Stepwise Uncertainty Reduction strategy based on Gaussian Process Classifiers. 2022. ([hal-03848238](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03848238))
- [4] Lagun : a R/Shiny open source platform for exploration and analysis of datasets, <https://gitlab.com/drti/lagun>

## Diplôme, niveau d'études

Master 2 ou école d'ingénieur en mathématiques appliquées - spécialité statistiques, sciences des données

## Compétences techniques et aptitudes

Calcul scientifique, statistiques, sciences des données, optimisation

Bonne connaissance des langages de programmation R / Python

Expérience en développement informatique (stages, projets)

## Localisation

IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison (France)

## Contacts IFPEN :

Morgane Menz : [morgane.menz@ifpen.fr](mailto:morgane.menz@ifpen.fr) (Département Mathématiques Appliquées)

Delphine Sinoquet : [delphine.sinoquet@ifpen.fr](mailto:delphine.sinoquet@ifpen.fr) (Département Mathématiques Appliquées) ([Pages perso](#))