

**PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ÉTUDES 2023-2024 :  
INTERPRÉTABILITÉ DES MODÈLES D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE POUR  
EXPLIQUER LES PRÉVISIONS DE CONSOMMATION ÉLECTRIQUE**

## Descriptif

### Contexte

Pour l'heure, l'électricité ne se stocke à grande échelle qu'à des coûts prohibitifs et *via* des dispositifs peu performants. Sous peine d'effondrement du système électrique, l'équilibre entre la production et la consommation doit donc être rigoureusement maintenu à chaque instant. La gestion de cet équilibre repose principalement sur la flexibilité des centrales programmables, dont l'activité est déterminée par anticipation de la consommation. Les prévisions de cette dernière doivent donc être aussi précises et fiables que possible, pour permettre d'actionner au mieux les différents moyens de production. Les besoins électriques des entreprises comme des particuliers (qui représentent environ un tiers de l'électricité consommée) sont divers et varient au cours de la journée, de la semaine, des conditions météorologiques ou encore d'évènements exceptionnels. Afin d'être le plus performant possible, de nombreux modèles de prévision de la consommation sont élaborés à la R&D puis mis en production. Tandis que certains (tels que les modèles additifs généralisés) proposent intrinsèquement une décomposition par effets des variables explicatifs (il est possible de quantifier les MW attribués à des effets météorologiques, calendaires, etc.), ce n'est pas le cas de modèles *machine learning*, moins interprétables, voire "boîte noire". L'interprétabilité de ces modèles, souvent plus performants, est pourtant de plus en plus demandée par les entités opérationnelles d'EDF et ce, notamment dans le cadre d'évènements exceptionnels (vagues de chaud/froid, évènements conjoncturels tels que la sobriété énergétique, etc).

### Objectifs

De nouvelles pistes seront à explorer pour décomposer les prévisions de modèles peu interprétables en somme d'effets des variables explicatives. Les méthodes envisagées (voir Molnar, 2020) sont :

- Les valeurs de Shapley (Shapley et al., 1953) : les prévisions sont expliquées en supposant que chaque variable explicative est un "joueur" dans un jeu collaboratif où la prévision est le gain.
- Les *Accumulated Local Effect* (ALE - Apley and Zhu, 2020) : ils décrivent la manière dont les caractéristiques influencent en moyenne la prévision d'un modèle d'apprentissage automatique par des approches Monte-Carlo.
- Les *surrogate models* : des modèles interprétables (linéaire ou arbre de régression par exemple) sont utilisés pour expliquer les prévisions.

*In fine*, l'objectif serait de proposer des méthodes *model-free* (utilisables sur n'importe quel modèle de prévision) pour décomposer les prévisions en somme d'effets des différentes variables explicatives ou groupe de variables explicatives et d'implémenter les outils de visualisation associés.

Afin de valider ces techniques, nous utiliserons la plateforme SMACH (Simulation de l'Activité et des Consommations dans l'Habitat) développée dans le département SEQUOIA de la R&D (

Albouys et al., 2019). Cet outil permet de simuler, à partir d'un scénario météo, usage par usage, la consommation électrique d'un grand nombre de foyers représentatifs de la population française. En simulant des données consommation face à différents scénarios météo, il sera possible d'extraire la part météo-dépendante de la consommation et de la comparer avec celle calculée avec les méthodes d'interprétabilité développées.

## Programme prévisionnel du stage

Le stage se déroulera suivant le programme prévisionnel suivant

1. Etude bibliographique
2. Prise en main de la plateforme SMACH
3. Implémentation des méthodes et validation
4. Rédaction du rapport de stage

## Références

Albouys, J., N. Sabouret, Y. Haradji, M. Schumann, and C. Inard (2019). Smach : Multi-agent simulation of human activity in the household. In *Advances in Practical Applications of Survivable Agents and Multi-Agent Systems : The PAAMS Collection : 17th International Conference, PAAMS 2019, Ávila, Spain, June 26–28, 2019, Proceedings 17*, pp. 227–231. Springer.

Apley, D. W. and J. Zhu (2020). Visualizing the effects of predictor variables in black box supervised learning models. *Journal of the Royal Statistical Society Series B : Statistical Methodology* 82(4), 1059–1086.

Molnar, C. (2020). *Interpretable Machine Learning*.

Shapley, L. S. et al. (1953). A value for n-person games.

## Conditions matérielles

Le stage sera encadré à EDF par Margaux Brégère (EDF R&D – département OSIRIS) avec un appui de Mathieu Schumann (EDF R&D – département SEQUOIA) pour la prise en main de l'outil SMACH.

**Lieu du stage :** EDF Lab Paris Saclay (7 Boulevard Gaspard Monge, 91 120 Palaiseau). Le site est accessible en transport en commun et des navettes font le trajet depuis Porte d'Orléans. Possibilité de télétravailler deux à trois jours par semaine après accord managérial.

**Durée :** 6 mois.

**Rémunération :** environ 1200 euros / mois.

**Profil recherché :** niveau Master 2 ou 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur

**Connaissances requises :** apprentissage automatique, statistiques, langage R (et éventuellement Python).

## Renseignements complémentaires

Merci d'envoyer les candidatures à [margaux.bregere@edf.fr](mailto:margaux.bregere@edf.fr)