

Offre de stage Master 2 ou ingénieur : étude multi-échelle d'un code de simulation stochastique des consommations électriques (foisonnement, sensibilité, validation).

Introduction

La planification énergétique, dans son articulation avec les opérations d'aménagement, est une composante importante du déploiement des systèmes énergétiques et des réseaux de distribution. Avec l'intégration des sources de productions décentralisées (EnR ou non) et les opportunités d'autoconsommation (individuelle ou collective), ces derniers se doivent d'anticiper la transformation locale de ses déterminants.

En particulier, dans un objectif d'anticipation de la charge qu'ils devront absorber, l'analyse a priori de l'évolution des réseaux de distribution électriques doit composer avec une connaissance partielle de ce que sera la demande de demain, et ce sous toutes ses composantes (usages thermo-dépendants, non thermo-dépendants, résidentiels, tertiaires...). Les opérateurs de réseaux de distributions s'appuient alors sur un couplage de modèles de demande et de simulation des réseaux.

Les modèles de demande impliquent un grand nombre de paramètres et d'hypothèses visant à simuler un scénario plausible de consommation. Cela permet ensuite d'estimer des indicateurs dimensionnant pour le réseau telle que la puissance maximale appelée.

Toutefois, l'utilisation d'un tel outil nécessite une maîtrise fine de son cadre d'application et des hypothèses sous-jacentes, notamment celles relatives à l'échelle de travail (du local individuel aux postes sources incluant plusieurs dizaines de milliers de clients).

Objectifs du stage

Enedis en tant que gestionnaire d'une grande partie du réseau de distribution en France travaille sur un outil appelé « MOSAIC » (Modèle de Simulation et d'Analyse de l'Impact de la Charge sur le réseau) qui vise à évaluer l'impact des projets de développement locaux, à long terme, sur le réseau électrique.

Le modèle MOSAIC s'appuie sur une approche "Bottom-Up" qui part d'informations sur chacun des locaux (résidentiels et tertiaires) pour reconstruire la charge à une échelle supérieure par addition des appels de puissance. Il s'agit d'un modèle stochastique puisque les appels de puissance, réalisés appareil par appareil, répondent à des lois de probabilité sur la puissance appelée et la fréquence des appels. Ce modèle est classiquement utilisé à l'échelle du départ HTA (plusieurs milliers de clients) et a déjà fait l'objet de validations à cette échelle en comparant les résultats de simulation avec des données réelles.

Sachant qu'il peut être intéressant d'étudier des scénarios de développement à une échelle plus fine que celle du départ HTA, typiquement celle du poste de distribution publique (plusieurs dizaines de clients), un des objectifs du stage est d'identifier une échelle de simulation 'minimale' permettant de respecter les hypothèses de modélisation. L'enjeu ici est de garantir un foisonnement suffisant des appels de puissance afin d'obtenir des consommations réalistes. Ce travail s'appuiera sur des analyses statistiques des résultats de simulation et sur une comparaison avec des données réelles. Dans ce cadre, le calage du modèle pourra être nécessaire.

L'identification de cette échelle 'minimale' doit également permettre de mener à moindre coût une analyse de sensibilité des paramètres d'entrées sur les sorties. En effet, le simulateur possède un grand nombre de paramètres d'entrées, de différentes natures (variables continues, catégorielles...) et pouvant être affectés d'une forte incertitude. Une analyse de sensibilité doit permettre d'identifier les paramètres d'entrée nécessitant une attention particulière quant à leurs définitions et leurs plages de variation. Ce type d'étude est complexe à mener ici du fait de la grande dimension et du cadre stochastique. Une approche pourra être d'étudier la sensibilité vis-à-vis de lois de distribution des paramètres d'entrée.

Enfin, il s'agira d'étudier dans quelles mesures une transposition des résultats (courbes de charges, monotones, sensibilité...) entre les échelles est envisageable. L'enjeu ici est de pouvoir réaliser des simulations représentatives de grandes échelles à moindre coût.

L'ensemble des résultats doivent permettre de mieux cadrer l'utilisation opérationnelle de MOSAIC à différentes échelles.

Travail à réaliser

Les différentes tâches associées aux objectifs présentés dans la section précédente sont résumées ci-dessous :

- Prise en main du modèle de simulation et des hypothèses associées.
- A partir de simulations existantes ou à réaliser, étudier le comportement du simulateur à différentes échelles en comparant les résultats avec des valeurs de référence et/ou des données réelles.
- Identifier l'échelle minimale de simulation permettant d'obtenir des résultats pertinents (procéder à un calage du modèle si nécessaire).
- Pour cette échelle, faire une étude des méthodes d'analyse de sensibilité pertinentes (plans d'expériences, outils statistiques...).
- Réaliser l'analyse de sensibilité et restituer les résultats sous forme d'une application interactive (type Dash ou Shiny).
- Etudier la transposition des résultats obtenus à une échelle supérieure.

Contexte

Le stagiaire sera localisé dans les locaux d'Enedis à Nantes, en interaction avec les équipes de recherche d'Enedis à Paris.

Profil recherché et durée du stage

Stage de fin d'étude (5 à 6 mois) de formation Ingénieur ou Master avec une spécialisation en mathématiques appliquées/statistiques/traitement de données. Langages Python/R.

Tuteurs (Envoi candidatures)

- Charles Demay (charles.demay@enedis.fr)
- Pierre Achaichia (pierre.achaichia@enedis.fr)