



Prévision du prix de clearing de la réserve secondaire et application à l'optimisation d'une batterie

Contexte

L'électricité se stockant difficilement, les acteurs du marché de l'électricité se doivent d'assurer au mieux l'équilibre offre-demande entre la production et la consommation à tout instant de la journée. Dans ce but, le gestionnaire du réseau de transport (GRT), comme RTE en France, en tant que garant de cet équilibre physique, constitue et active des réserves d'équilibrage fournies par les acteurs d'ajustement : producteurs, consommateurs, autres acteurs susceptibles d'injecter ou de soutirer de l'énergie sur le réseau. Parmi ces réserves d'équilibrage, les services système correspondent aux moyens appelés automatiquement et rapidement pour contenir la déviation de fréquence et la rétablir à 50 Hz. Le GRT a à sa disposition trois services système pour ce faire : la réserve primaire (ou Frequency Containment Reserve, FCR), la réserve secondaire (ou automatic Restoration Reserve, aFRR) et la réserve tertiaire. On se concentrera dans ce stage sur la réserve secondaire.

La réserve secondaire est un service système qui permet au gestionnaire du réseau de transport de maintenir la stabilité du système en réagissant rapidement aux fluctuations de fréquence. Ce service s'articule autour de deux marchés : un marché de réservation en capacité (puissance) en J-1 et un marché d'activation (énergie) en infra-journalier (IJ). Pour participer au marché de la réserve secondaire, il est nécessaire de disposer d'un moyen de production pilotable capable de répondre rapidement aux demandes du gestionnaire de réseau de transport

Le marché d'activation de la réserve secondaire, fonctionne selon le mécanisme du "pay as clear" où le prix de toutes les centrales activées est fixé par celle qui répond à la demande (centrale « marginale »). Il s'agit d'un marché complexe et volatile, particulièrement en période de forte tension du système. Il représente une source de revenus potentiellement significative pour les actifs flexibles tels que les batteries. Dans ce contexte, la prévision du prix de clearing de ce marché constitue un enjeu majeur pour les acteurs du secteur, leur permettant d'optimiser leurs stratégies et de maximiser leurs revenus.

Anticiper le prix de clearing est donc essentiel pour l'optimisation de la batterie, en tenant compte en des contraintes de cyclage. Une prévision précise des prix de clearing (réf 2,3) permet de déterminer les moments les plus opportuns pour participer au marché, en tenant compte de l'usure de la batterie. L'optimisation doit équilibrer les revenus potentiels avec la dégradation de la batterie due aux cycles de charge/décharge.

Objectifs

Le stage combine deux axes d'étude : le premier concerne la prévision de prix de clearing de l'activation de la réserve secondaire en utilisant des modèles statistiques et de machine learning de prévisions afin dans un second temps d'optimiser le placement d'une batterie sur ce marché. L'objectif est de définir une chaîne complète allant de la prévision du prix à son utilisation dans la gestion d'une batterie sur le marché de la réserve secondaire Allemand.

Déroulement du stage

1. Prise en main et analyse descriptive des données. L'idée sera notamment d'analyser le prix de clearing et comprendre ses corrélations avec d'autres données des marchés électriques : autres prix, consommation, production...etc.
2. Application d'algorithmes statistiques et de machine learning à la prévision de ce prix. Un accent particulier sera mis sur les modèles de prévisions probabilistes qui permettent de prévoir les quantiles du prix et pas uniquement sa moyenne. Ce travail pourra être couplé avec une recherche bibliographique.
3. Prise en main des outils d'optimisation de la gestion de batterie et définition d'une stratégie tirant partie des prévisions probabilistes : via un outil de simulation des revenus d'une batterie participant au marché de l'aFRR, on cherchera à tirer parti des prévisions en définissant des stratégies de bid sur le marché susceptible de maximiser les revenus de la batterie tout en maîtrisant le cyclage

Références

[ref 1] <https://www.cre.fr/electricite/reseaux-deelectricite/services-systeme-et-mecanisme-dajustement.html>

[ref 2] Narajewski, M. Probabilistic forecasting of German electricity imbalance prices

[ref 3] Brinia, A. Toscanob, G. Multivariate Intraday Spot Volatility Forecasting via Vol-of-Vol-Informed Graph Attention Networks

[ref 5] Angelopoulos, A., Bates, S. A Gentle Introduction to Conformal Prediction and Distribution-Free Uncertainty Quantification

Profil du stagiaire et Conditions particulières

Niveau d'étude : Stage de fin d'étude (3^e année d'école d'ingénieur ou M2)

Domaines de compétences : Mathématiques appliqués (traitement et analyse de données apprentissage statistique...) Une connaissance des langages Python et/ou R est nécessaire

Durée proposée : 6 mois	Contact : Tuteurs de stage
Date de début souhaitée : mars / avril 2024	Damien Bosc : damien.bosc@edf.fr
Rémunération : environ 1400 Euros brut	Bachir Hamrouche : bachir.hamrouche@edf.fr
	Mariem Abaach : mariem.abaach@edf.fr
	Candidature
	Candidature (lettre de motivation et CV) à adresser aux tuteurs de stage