

Sujet TER + Stage M1 : Modélisation des déplacements des véhicules électriques avec des processus de Hawkes

December 18, 2024

1 Contexte

Pour l'heure, l'électricité ne se stocke à grande échelle qu'à des coûts élevés et *via* des dispositifs peu efficaces. Afin de garantir la sécurité et le bon fonctionnement 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. Avec l'intégration massive des énergies renouvelables intermittentes et la hausse de la demande électrique (électrification et nouveaux usages), la gestion de l'équilibre se complexifie et le besoin en flexibilité s'est accru. Dans ce contexte de transition énergétique, les solutions de *smart charging* (ou recharge intelligente) permettraient d'optimiser l'utilisation des bornes de recharge des véhicules électriques (VE) et ainsi faciliter la gestion de l'équilibre entre production et consommation électrique. Une modélisation adéquate des arrivées des véhicules aux bornes est essentielle pour envisager sereinement le développement d'algorithme de *smart charging*.

2 Modélisation

Les temps d'arrivée des véhicules électriques aux bornes de recharge sont modélisés par un processus ponctuel d'intensité $\lambda(t)$, qui représente la probabilité d'observer une arrivée au temps t . Dans les travaux [1] sur le *smart charging*, la modélisation choisie est un processus de Poisson inhomogène, dans lequel l'intensité dépend du temps t , au travers de covariables X_t . Les covariables prises en compte peuvent être le jour de la semaine, l'heure de la journée... On propose ici une extension de cette modélisation à des processus de Hawkes.

Les processus de Hawkes, plus généraux que les processus de Poisson, permettent d'intégrer à la modélisation les interactions entre les différentes stations. En effet, si l'on sait qu'un véhicule quitte une station, il va arriver dans une autre station donnée avec une probabilité qui dépend de la fréquence à laquelle est effectué ce trajet par les utilisateurs. L'objectif du stage est de proposer une modélisation qui inclut à la fois l'effet des covariables externes et les interactions entre les stations.

3 Expériences

Les méthodes développées seront testées sur un jeu de données *open source* contenant les triplets arrivée - départ - énergie soutirée de véhicules électriques à des bornes de recharge dans la ville de Palo Alto (Californie, USA).

4 Déroulement du stage

Le déroulement du TER/stage inclura les étapes suivantes :

- Revue bibliographique des méthodes existantes sur la modélisation des arrivées/départs des véhicules électriques aux bornes de recharge et des méthodes d'inférence sur les processus de Hawkes avec covariables
- Analyse descriptive et prise en main des données afin d'orienter le choix de la modélisation
- Choix d'une modélisation et d'une méthode d'estimation
- Implémentation en R ou Python et application aux données
- Validation du modèle et comparaison avec les méthodes existantes

5 Encadrement

Le TER/stage sera encadré par

- Anna Bonnet `anna.bonnet@sorbonne-universite.fr`
- Margaux Brégère `margaux.bregere@edf.fr`
- Erwan Scornet `erwan.scornet@sorbonne-universite.fr`

References

- [1] Yvenn Amara-Ouali. *Statistical modelling of electric vehicle charging behaviours*. Theses, Université Paris-Saclay, September 2022.