

Prédictions de la consommation électrique

L'EMS et les modèles de prédiction de la **production** et de la **consommation** pour l'**optimisation** sont en amélioration continue : les résultats de cette étude sont partiels et doivent être validés sur base régulière.

Introduction

La prévision du SOC (State Of Charge) de la batterie est un élément essentiel afin de prévoir l'achat ou la vente de l'électricité et donc améliorer les rendements. En effet, le prix de vente et d'achat de l'électricité au réseau n'est pas constant au fil des heures. Avec cette prévision du SOC de la batterie, il sera possible de mettre en place une stratégie en fonction des objectifs technico-économiques visés qui pourra gérer l'utilisation de la batterie et optimiser les rendements.



Figure 1 : Recommandation de l'optimiseur

Enfin, la prévision du SOC passe par la prévision de la production et la consommation électrique du site. Il faut donc que ces derniers soient le plus précis possible. En effet, plus les prévisions vont se rapprocher de la réalité, plus la prévision du SOC de la batterie sera précise et ainsi l'optimiseur permettra de réaliser des gains financiers plus élevés.

Objectif

Notre objectif est d'améliorer les **prévisions de production** de l'énergie électrique basé sur les prévisions de météo, et les **prévisions de consommation** du site. Ceci nous permettra d'optimiser la stratégie de stockage/consommation d'énergie électrique en accord avec les objectifs (coût, durabilité, etc.) du projet Metis

Métriques pour évaluer les prévisions

Pour calculer de façon quantitative l'écart entre les courbes de prévisions et les données réelles, nous utilisons le RMSE (Root Mean Square Error) et la valeur du R2 score.

Le **R2 score** permet d'appréhender la corrélation qu'il y a entre les deux courbes. Il peut aller de moins l'infini à 1. S'il est égal à 0, alors la prévision est aussi précise que la moyenne des observations. S'il est inférieur à 0, la prévision est moins précise que la moyenne des observations. S'il est égal à 1, la prévision est égale aux observations donc la prévision est parfaite.

Le **RMSE** permet d'appréhender plus intuitivement l'erreur moyenne entre deux courbes. Le RMSE exerce de plus une plus grande influence sur les grandes erreurs que sur les petites erreurs, ce qui peut être un bon indicateur si les grandes erreurs sont particulièrement indésirables.

Etude du modèle pour la consommation :

Le modèle de prédiction utilisé faisait appel à la méthode ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*) avec une décomposition STL (*Seasonal-Trend Decomposition using LOESS*).

ARIMA : AR de ARIMA (*AutoRegressive*) / **MA** de ARIMA (*moving-average*) / **I** de ARIMA (*integrated*)

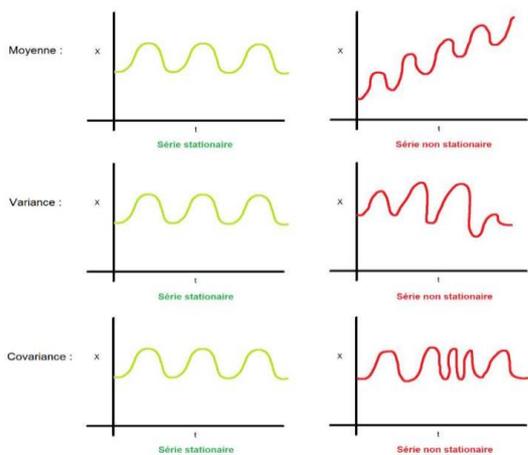


Figure 2 : Séries stationnaires et non stationnaires

Les limites du modèle ARIMA :

La saisonnalité n'est pas prise en compte, or la consommation électrique d'un site est fortement décrite par une saisonnalité journalière avec le cycle jour-nuit et hebdomadaire avec le cycle jour ouvrable (lundi à vendredi) et weekend.

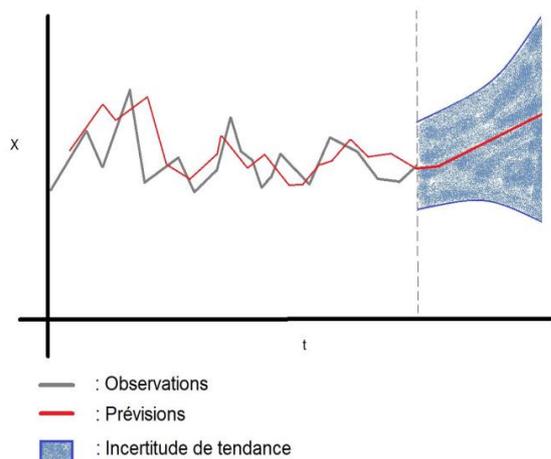


Figure 3 : Limites du modèle ARIMA

De plus, des valeurs exceptionnelles ne sont pas prises en compte dans le calendrier comme des

semaines de vacances et jours fériés pendant lesquelles le site ferme.

Décomposition STL :

La méthode STL décompose une série chronologique en 3 composants.

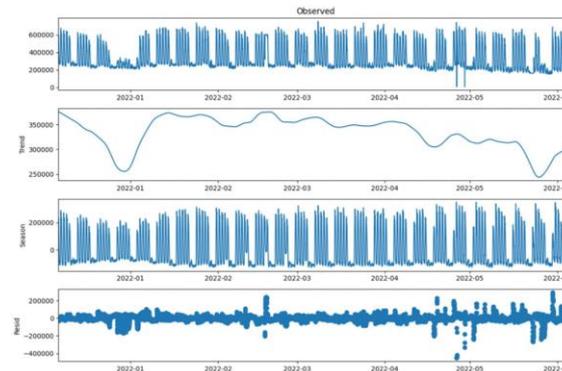


Figure 4 : Décomposition STL

Composant saisonnier qui représente le modèle temporel récurrent. Il est généralement une oscillation. Dans notre cas, il y a une saisonnalité hebdomadaire.

Composant de tendance qui représente la tendance générale temporelle de la série. Dans notre cas, il y a une tendance de consommation électrique à la baisse en été et à la hausse en hiver.

Composant restant qui est la série originale moins les 2 premiers composants et qui représente le bruit de la série dont les valeurs aberrantes.

Résultats :

Le modèle de prévisions déjà en place permet d'obtenir une RMSE de 103 000 Watts ce qui correspond à 20% de la variation maximale des données de consommation électrique du site. Les valeurs du modèle obtiennent un R2 score de 0.50, ce qui permet de vérifier que les prévisions basées sur le modèle ARIMA + STL sont meilleures que si on prenait les valeurs moyenne de la courbe.



Recherche d'autres modèles

Tout d'abord, une solution devait être trouvée afin de résoudre le problème des valeurs exceptionnelles dans les prévisions. En effet, lors de jours fériés ou vacances, la consommation diminuait drastiquement et les prévisions ne pouvaient pas s'adapter.

Le modèle SARIMAX :

Les premiers tests se sont tournés vers le modèle **SARIMAX** qui est basé sur le modèle ARIMA.

S de SARIMAX (*Seasonal*)/ **X** de SARIMAX (*Exogenous*)

Résultat : Le RMSE ne va pas beaucoup changer et rester à 103 000 Watts. Cependant, le R2 score va augmenter à 0.57 ce qui montre bien que la corrélation entre les prévisions et les données réelles s'améliore. A noter que ce modèle est très coûteux et prend beaucoup plus de temps à s'exécuter que ARIMA.

Le modèle Prophet

Le modèle **Prophet** fait partie de la librairie « Facebook Prophet » libre de droits. Prophet est un *framework* destiné à la prévision des données basé sur un modèle additif et il propose plusieurs solutions aux problèmes rencontrés.



Figure 5 : Modèle Prophet additif

Prophet possède une gestion des saisonnalités annuelles, hebdomadaires, journalières et sous-journalières.

Prophet possède une gestion des vacances et des jours exceptionnels.

Prophet a un temps de calcul des prévisions plus rapide que la plupart des autres modèles étudiés.

De plus, il a de nombreux paramètres modifiables que n'ont pas les autres modèles de prévisions qui permettent d'affiner le modèle et le rendre de plus en plus efficace.

Ce modèle va donc permettre d'améliorer drastiquement la précision des prévisions. Le RMSE passe à 33 000 Watts ce qui correspond à 6% de la variation maximale des données de consommation électrique du site et le R2 score passe à 0.95. De plus, son temps de calcul est de l'ordre de la seconde et donc rentre dans les spécifications posées.

Résultats et conclusion :

	RMSE	R2 SCORE
STL + ARIMA	103 436 (20% variation)	0.507
SARIMAX	103 630 (20% variation)	0.571
PROPHET	33 412 (6% variation)	0.948

Le modèle Prophet étant beaucoup plus précis et rapide que les précédents, il est implémenté dans le code de l'EMS et ainsi être mis en production sur le site MiRIS.

Grâce à l'augmentation de la précision du modèle de prévisions des données de **consommation** électrique du site, l'optimisation de l'utilisation des batteries est plus précise et permettra un rendement plus important.

