

# Titre de mon TIPE

Raphaël Laborie, MP1-MPi, 2023-2024

30 janvier 2023

## Motivations pour le choix du sujet

Les énergies renouvelables sont un défi de plus en plus important dans un monde en constante transformation et dont les ressources deviennent limitées. Les smart grids offrent une nouvelle approche sur la gestion de l'énergie et posent plus que jamais la question d'une anticipation fine des consommations électriques.

## Ancrage du sujet au thème de l'année

Les villes, principales places du développement des smart grids, voient naître plusieurs de ces nouveaux systèmes de gestion d'énergie. Donnant lieu à un problème d'optimisation, l'anticipation de la consommation électrique des villes constitue le défi majeur dans le fonctionnement de beaucoup de smart grids.

## Positionnement thématique

*Informatique théorique, Informatique pratique, Mathématiques appliquées*

## Mots-clefs

**Mots-clefs** – Prévisions – Graphes de Visibilités – Méthodes Régressives – Moyenne Mobile Auto-Régressive Intégrée (ARIMA) – Réseaux Intelligents

**Keywords** – Forecasting – Visibility Graphs – Regressive Methods – Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) – Smart Grids

## Bibliographie commentée (650 mots maximum)

La prédiction est un domaine qui s'est étendu durant les dernières années et qui a profité aussi bien de l'évolution des techniques que de la recherche dans ce domaine. Si dernièrement les méthodes les plus utilisées sont basées sur l'utilisation de Réseaux de Neurones Artificiels, ou Artificial Neural Network (ANN) en anglais, certains modèles plus anciens (mais qui restent malgré tout parmi les plus utilisés) sont les régressions telles que les régressions polynomiales [1] (Polynomial Regression), les moyennes mobiles (Moving Average) et, les régressions exponentielles (Exponential Smoothing), une forme plus avancée de moyenne mobile [2].

En parallèle se développe la méthode ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average, ou Moyenne Mobile Intégrée Auto Régressive). Après la publication du livre de George Box et Gwyllim Jenkins en 1970 [3], elle est largement démocratisée et voit naître avec elle une méthode, aujourd'hui encore relativement répandue. Cette méthode permet de vérifier la précision d'un modèle. Elle est appelée "Box-Jenkins" en hommage à ses créateurs.

En terme de prévisions, la méthode de régression linéaire est un modèle assez simple à mettre en place, mais qui apporte bien souvent des résultats non-fidèles à la réalité. Ainsi, la méthode de régression polynomiale, une généralisation aux polynômes de degrés quelconques, apporte une meilleure précision. Elle est particulièrement efficace pour des prévisions très localisées. Cette méthode s'appuie sur la méthode des moindres carrés [1, 4] décomposant le problème en plusieurs problèmes de régression linéaire.

Les applications de ces méthodes sont diverses et variées. Leurs domaines d'application vont de l'anticipation du cours de la monnaie [5] à la prévision du comportement de la production de riz en Indonésie.

L'économie actuelle est sujette à de nombreuses fluctuations, ce qui en fait un sujet propice à l'application de la méthode ARIMA. La recherche d'un modèle adapté [6] à cette application [7] est une étape importante lors de la mise en place de l'algorithme. Très utile pour une application sur les séries temporelles (time series), elle s'appuie principalement sur l'autocorrélation des données et les motifs récurrents.

Une autre approche pour la prévision est la méthode Exponential Smoothing [2]. Beaucoup utilisée pour des applications économiques, elle convient très bien à des prévisions sur le court terme. Contrairement à la méthode ARIMA, cette méthode tient compte des comportements saisonniers et des tendances et convient en particulier pour des données stationnaires.

Il existe, également des méthodes plus récentes, comme les graphes de visibilité [8, 9]. Cette méthode utilise le principe de similarité, en transformant un jeu de données/séries temporelles (time series) en un graphe [10] dont les arêtes représentent les similarités entre les données. Comme pour la méthode ARIMA,

cette méthode est basée sur la reconnaissance de motifs. Elle est particulièrement efficace pour des prévisions sur le long terme.

## Problématique retenue (50 mots)

Les smart grids sont de plus en plus utilisées pour contrôler la distribution de l'électricité dans les villes et elles nécessitent toutes d'anticiper la consommation en électricité pour adapter la production à la demande. Plusieurs méthodes sont proposées pour anticiper cette consommation d'énergie. On se demandera alors, au moyen d'une étude comparative : avec quelles méthodes et dans quelles conditions est-il possible d'anticiper la consommation électrique des villes ?

## Objectifs du TIPE (100 mots maximum)

1. Identification du problème : Une compréhension claire du problème permet de choisir un modèle adapté à la prévision de la consommation et au traitement des données.
2. Elaboration d'un modèle simple : Un modèle simple de régression polynomiale donnera une référence basique pour comparer les résultats obtenus après application des algorithmes traités lors du projet.
3. Traitement des données et algorithmique : Une fois le problème scerné et le modèle choisi, le but sera d'appliquer les méthodes ARIMA et Exponential Smoothing pour obtenir une prévision de la consommation sur court et long terme.
4. Comparaison des résultats : Après la comparaison des résultats des différents algorithmes entre eux et avec le modèle simple, le but sera d'identifier les points forts et les points faibles de chaque algorithme et d'interpréter les résultats, en donnant une idée de l'efficacité de chacun d'entre eux.
5. Amélioration des algorithmes : L'identification précédente des points forts et faibles des algorithmes et leur mutuelle complétion permettra de proposer une approche combinant la méthode ARIMA et la méthode Exponential Smoothing.

## Références

- [1] Eva OSTERTAGOVÁ : *Modelling using Polynomial Regression*, volume 48, pages 500–506. Elsevier, 2012.

- [2] Gardner DR. EVERETTE : *Exponential Smoothing : The state of the art*, volume 4. Journal of forecasting, 1985. .
- [3] Jenkins GWYLM et Box GEORGE : *Time series analysis; forecasting and control*. San-Francisco : Holden days, 1970. libre accès au livre par archive internet : <https://archive.org/details/timeseriesanalys0000boxg/page/n1/mode/2up>.
- [4] Elias MASRY : *Multivariate regression estimation Local polynomial fitting for time series*, pages 81–101. Elsevier, 1996.
- [5] Jere STANLEY et Siyanga MUBITA : Forecasting inflation rate of zambia using holt’s exponential smoothing. *Journal of Statistics*, 6(2), 2016. [https://www.scirp.org/pdf/\\_2016042714193220.pdf](https://www.scirp.org/pdf/_2016042714193220.pdf).
- [6] Nochai RANGSAN et Nochai TITIDIA : Arima model for forecasting oil palm price. In *2nd IMT-GT Regional Conference On Mathematics, Statistics and Applications, University Sains Malaysia, Penang*, 2006. [https://hughchristensen.com/papers/academic\\_papers/ST03.pdf](https://hughchristensen.com/papers/academic_papers/ST03.pdf).
- [7] Adebiyi. AYODELE, A. et Adewumi ADEREMI, O. : Stock price prediction using the arima model. In *UKSim-AMSS 16th International Conference on Computer Modelling and Simulation*, 2014. [http://eprints.lmu.edu.ng/2357/1/UKSim2014\\_IEEE.pdf](http://eprints.lmu.edu.ng/2357/1/UKSim2014_IEEE.pdf).
- [8] Liu CHUANG, Zhou WEI-XING et Wei-Kang ZANG : Statistical properties of visibility graph of energy dissipation rates in three-dimensional fully developed turbulence. *Physica A : Statistical Mechanics and its Applications*, 389(13), 2010. <https://arxiv.org/pdf/0905.1831.pdf>.
- [9] Lacasa LUCAS et Nunez ANGEL : Time series irreversibility : a visibility graph approach. *The European Physical Journal B*, 85(217), 2012.
- [10] Lacasa LUCAS et Bartolo LUQUE : From time series to complex networks :the visibility graph. *PNAS*, 105(13), 2008. <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.0709247105>.