

PRECY GASSAI LEPOMA
LORYNDA LOUFOUA

BUT 2FA VCOD
SEMESTRE 3

RAPPORT SAE : SÉRIES TEMPORELLES

DESCRIPTION ET PRÉVISION DE LA PRODUCTION D'ELECTRICITE DE TYPE AUTRES GAZ



IUT de Paris - Rives de Seine
Université de Paris



SOMMAIRE

<i>TENDANCE DE LA SÉRIE</i>	....	04
<i>DÉCOMPOSITION DE LA SÉRIE ET ÉTUDE DES RÉSIDUS</i>	....	05-06
<i>PRÉVISION</i>	....	07-10
<i>CONCLUSION</i>	....	11
<i>RÉSUMÉ</i>	....	12

INTRODUCTION

L'Administration de l'Energie et de l'Information des États-Unis est une agence principale du ministère fédéral des États-Unis. C'est un système statistique chargé de collecter, d'analyser et de diffuser des informations sur l'énergie. Les programmes de cette agence couvrent les données sur le charbon, pétrole, gaz naturel, énergie électrique, renouvelable et nucléaire.

Nous nous intéressons ici plus particulièrement aux données mensuelles de production d'électricité provenant des autres gaz en kw/H. L'objectif principal est d'analyser les données de 2001 à 2022 afin de fournir des prévisions pour 2023 et d'évaluer la précision des différentes méthodes de prévision. Cette analyse revêt une importance cruciale pour orienter les politiques énergétiques et promouvoir la compréhension publique des enjeux liés à l'énergie et à l'environnement.

Pour ce faire, nous avons utilisé le langage de programmation R et les données fournies dans le fichier "AutresGazUSA01-22.txt".

TENDANCE DE LA SÉRIE

• ANALYSE

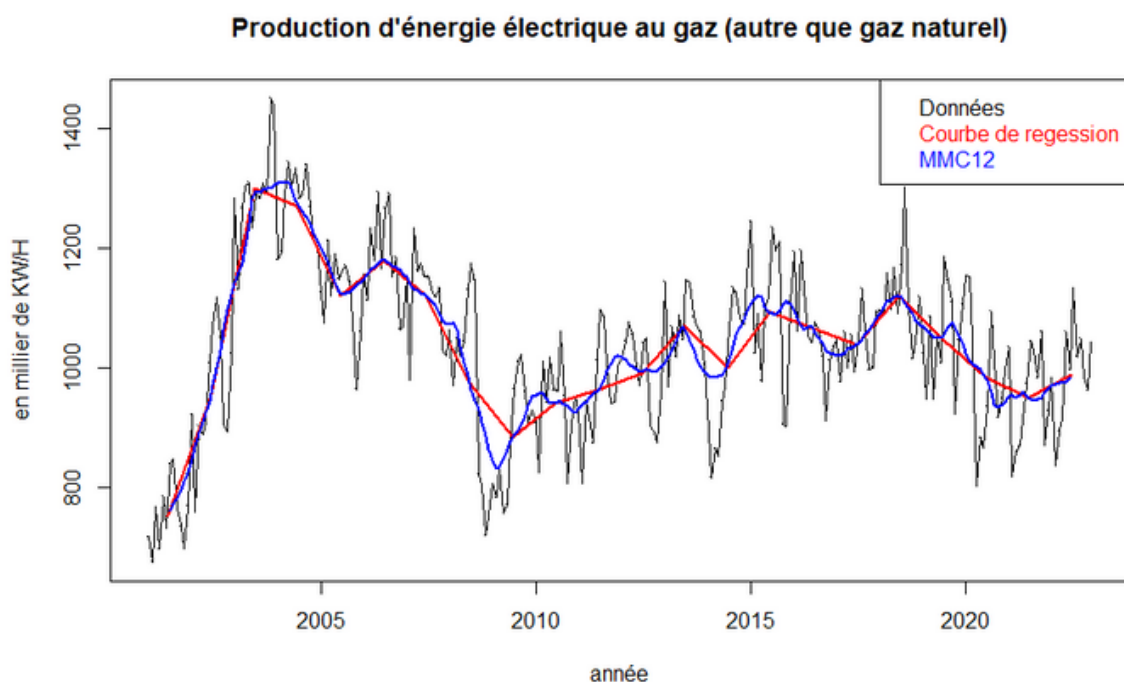
EIA observe et enregistre les données énergétiques chaque mois, ceci implique donc que la série temporelle que nous étudions présente une périodicité mensuelle ($p = 12$). Nous cherchons ainsi à analyser les caractéristiques temporelles de la production d'énergie au gaz autre que naturel.

Après le chargement des données, nous avons converti la série de données en un objet de série temporelle avec une fréquence mensuelle, débutant en janvier 2001. Nous avons choisi une approche additive, indiquant que les fluctuations de la tendance ne sont pas significativement influencées par la magnitude de la tendance elle-même.

Pour cela, nous avons commencé par représenter graphiquement les données. Pour mieux comprendre la tendance implicite, nous avons appliqué une moyenne mobile centrée d'ordre 12 (MMC12). Cette moyenne mobile permet de lisser la série et de mettre en évidence les tendances saisonnières.

Nous avons également calculé la moyenne annuelle des données pour une comparaison plus précise. Ces éléments graphiques offrent une visualisation claire des tendances temporelles et permettent une comparaison rapide entre les données brutes, la tendance saisonnière, et la moyenne annuelle (droite de régression).

En résumé, cette approche méthodique nous a permis de mettre également en lumière, à première vue, l'absence de motif saisonnier ou de cycle qui se répète dans la production d'électricité. Cette observation provient notamment du fait que la série se base sur une énergie d'appoint qui est produite principalement en début d'année lorsque qu'il n'est pas possible d'exploiter les autres sources d'énergie (nucléaire, solaire) de façon optimale.



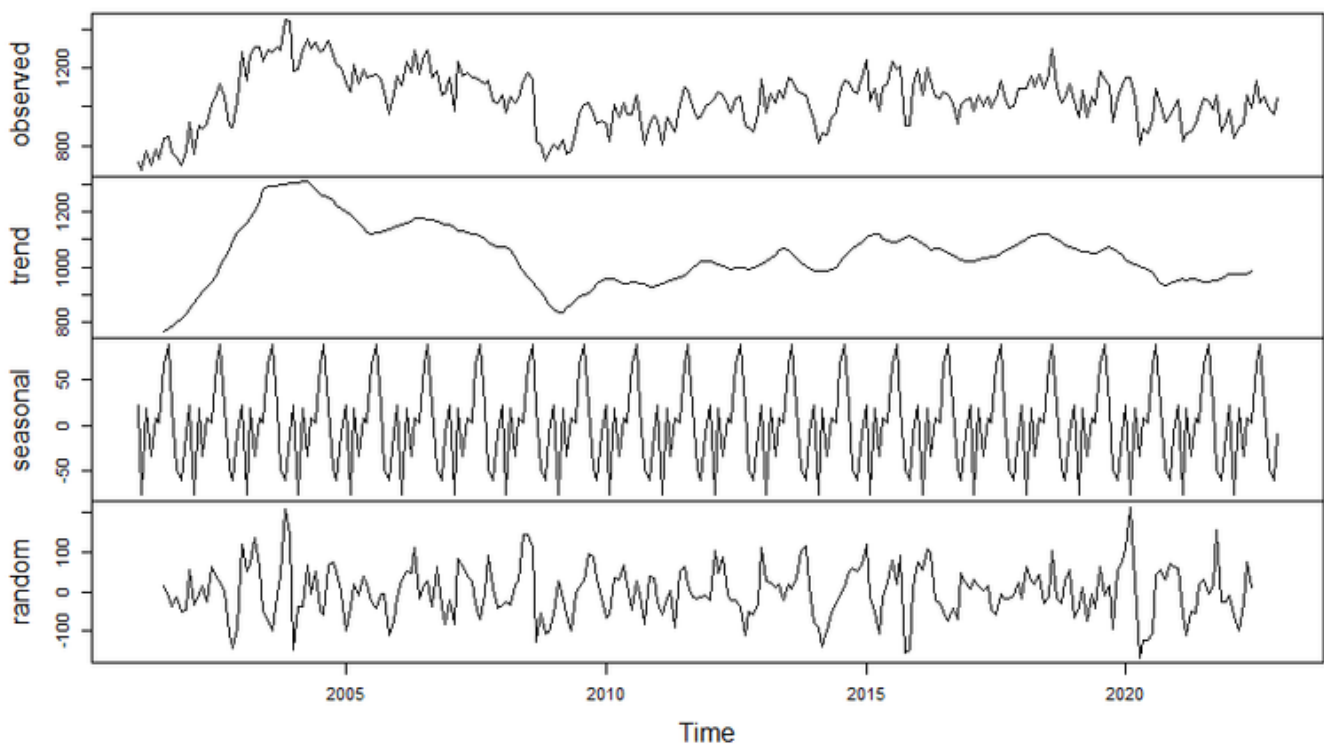
DÉCOMPOSITION DE LA SÉRIE ET ÉTUDE DES RÉSIDUS

Par la suite, une décomposition additive de la série temporelle est réalisée afin de mieux comprendre ses composants fondamentaux. Cette approche implique la création de plusieurs graphiques visant à représenter la série originale, la tendance, la saisonnalité ainsi que les résidus. La décomposition d'une série temporelle s'avère essentielle pour une analyse approfondie et une modélisation efficace, facilitant ainsi la compréhension des motifs et des structures composantes à la série.

Les graphiques générés au cours de cette décomposition fournissent des informations cruciales pour mieux appréhender la structure de la série temporelle, permettant ainsi une analyse plus approfondie des divers aspects de la variation temporelle. En examinant la décomposition de notre série temporelle, on observe que bien que celle qu'un motif régulier apparait, celle ci est moins importante que les résidus.

L'analyse de la tendance révèle également des observations significatifs, notamment en ce qui concerne la production d'énergie au gaz (autre que gaz naturel) au cours des neuf premières années d'observation, c'est-à-dire de 2001 à 2009. Une tendance ascendante est observée, suivie d'une décroissance marquée avant de se stabiliser à partir de l'année 2010. Cette fluctuation souligne l'influence variable des années initiales sur la production d'énergie au gaz, mettant en lumière une possible hausse généralisé de la consommation d'énergie des ménages.

Decomposition of additive time series

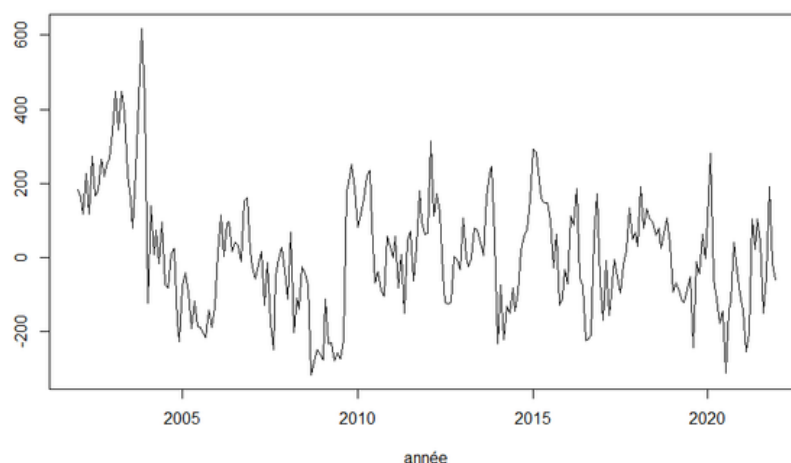


DÉCOMPOSITION DE LA SÉRIE ET ÉTUDE DES RÉSIDUS

Nous avons pris soin de générer des graphiques supplémentaires afin de mieux visualiser la série corrigée et la distribution des résidus.

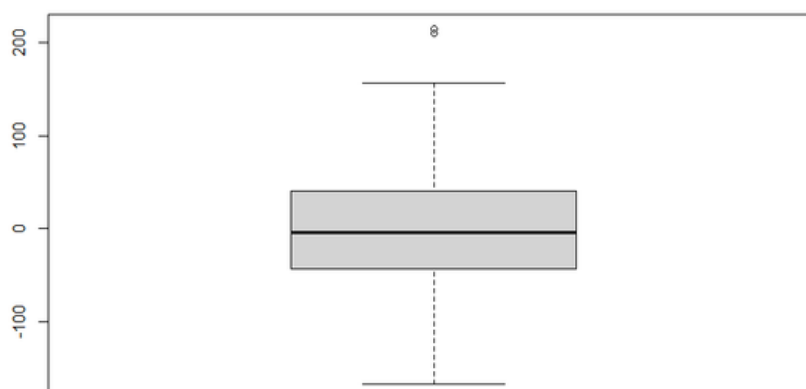
Cette démarche s'avère nécessaire étant donné que le motif saisonnier n'exerce pas une influence très marquée sur nos données brutes. En retirant cette composante saisonnière pour obtenir la série des variations corrigées, nous avons observé que notre série n'a pas subi de changement significatif. En d'autres termes, la partie saisonnière ne semble pas jouer un rôle prépondérant, et cela renforce la robustesse de notre analyse en éliminant un facteur potentiellement mineur. Ainsi, la visualisation des données corrigées nous permet de mieux saisir les tendances sous-jacentes et de focaliser notre attention sur les éléments essentiels de la série temporelle.

Graphique de la série corrigée des variations saisonnières



Concernant notre série, il est à noter qu'elle présente peu de valeurs aberrantes. La faible présence de valeurs aberrantes indique une certaine stabilité de nos données, renforçant ainsi la fiabilité de notre ensemble. Une série avec un nombre limité de valeurs aberrantes est souvent considérée moins sujette aux fluctuations extrêmes, ce qui facilite l'interprétation des tendances et des modèles. Cette conclusion augmente la confiance dans les résultats de notre analyse et confirme la cohérence de la série.

Boîte à moustache des résidus

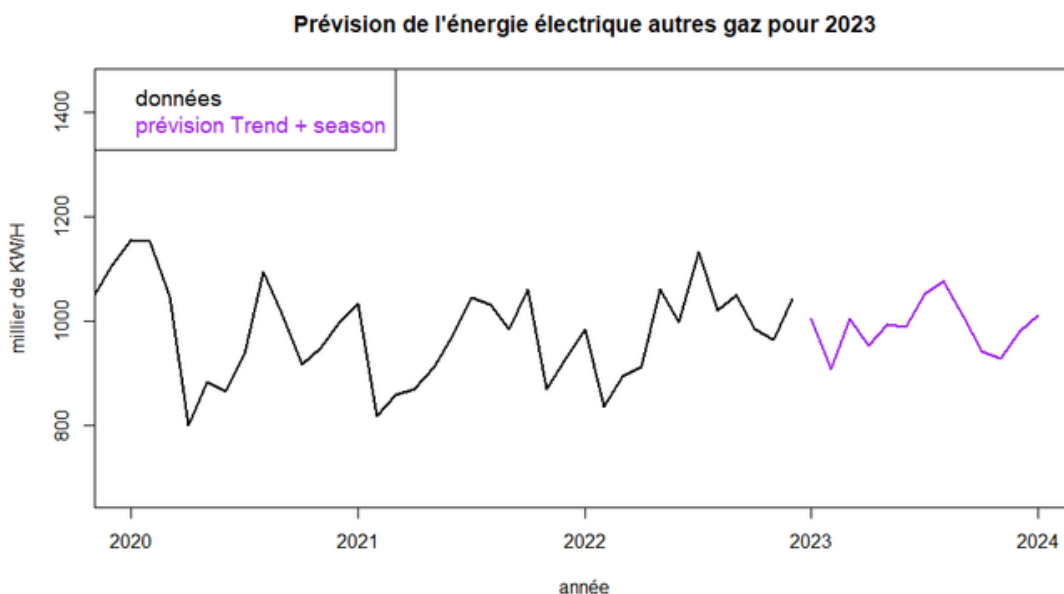


PRÉVISION

Afin de prévoir la production d'électricité de l'année 2023, nous avons utilisé trois méthodes

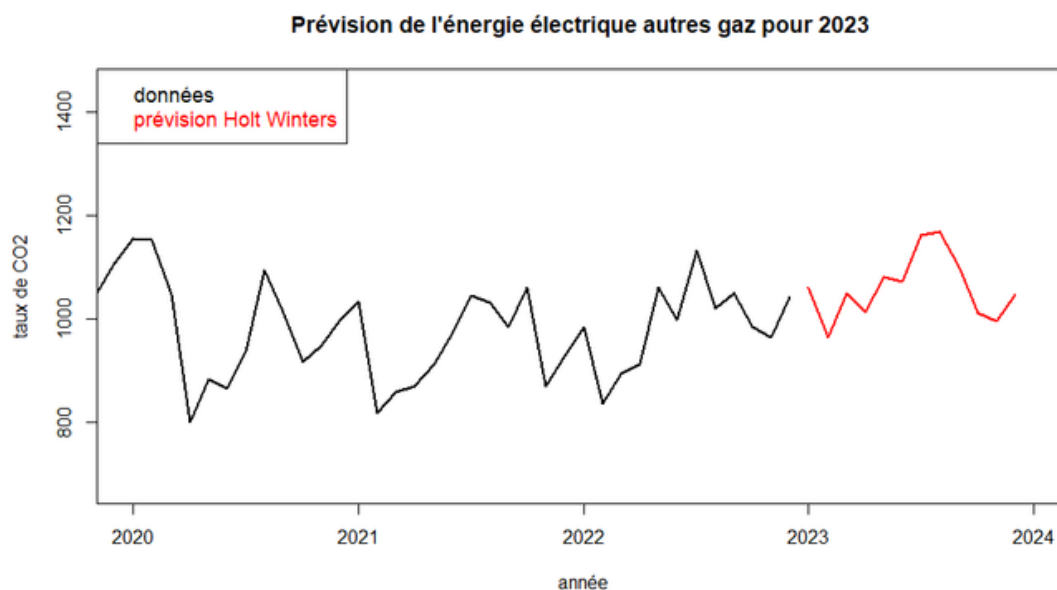
- Alternative :

Cette approche utilise une régression linéaire pour modéliser la tendance, ajoute la saisonnalité pour effectuer une prévision à partir de 2023, et visualise les résultats sur un graphique.



- Holt Winters:

Contrairement à la méthode alternative, la méthode de Holt-Winters est une méthode de lissage exponentiel triple qui prend en compte la tendance, la saisonnalité et les erreurs.



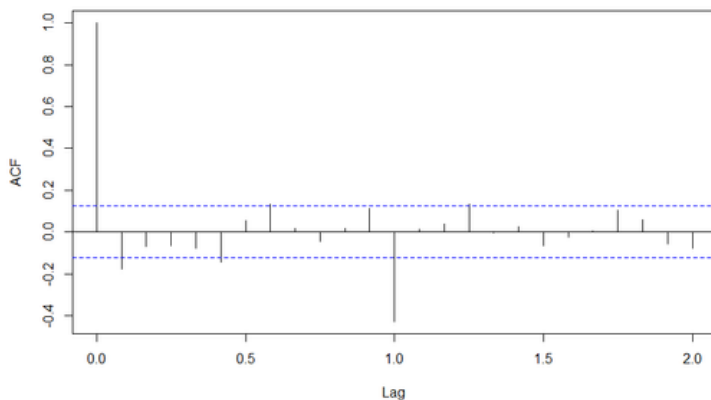
PRÉVISION (ARMA) : AUTOCORRÉLATION

- La méthode ARMA :

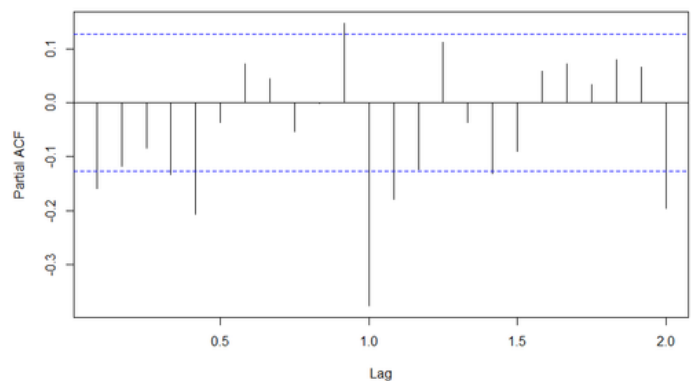
Elle repose sur une combinaison d'auto régression, d'intégration, et de moyenne mobile pour modéliser la série temporelle. Elle effectue des différenciations, des tests de stationnarité, analyse les autocorrélations, et compare plusieurs modèles ARMA.

Les graphiques de diagnostics et les critères AIC sont utilisés pour sélectionner le meilleur modèle.

On trace à tracé le graphe de l'ACF (Auto-Correlation Function) qui nous donne une idée des nombre de q et Q , ainsi que le graphe de la PACF (Partial Auto-Correlation Function) qui nous donne une idée des nombre de p et P qui semblent les plus appropriés pour modéliser la série temporelle.



Ici on a déterminé $Q=1$ et $q = 1$;



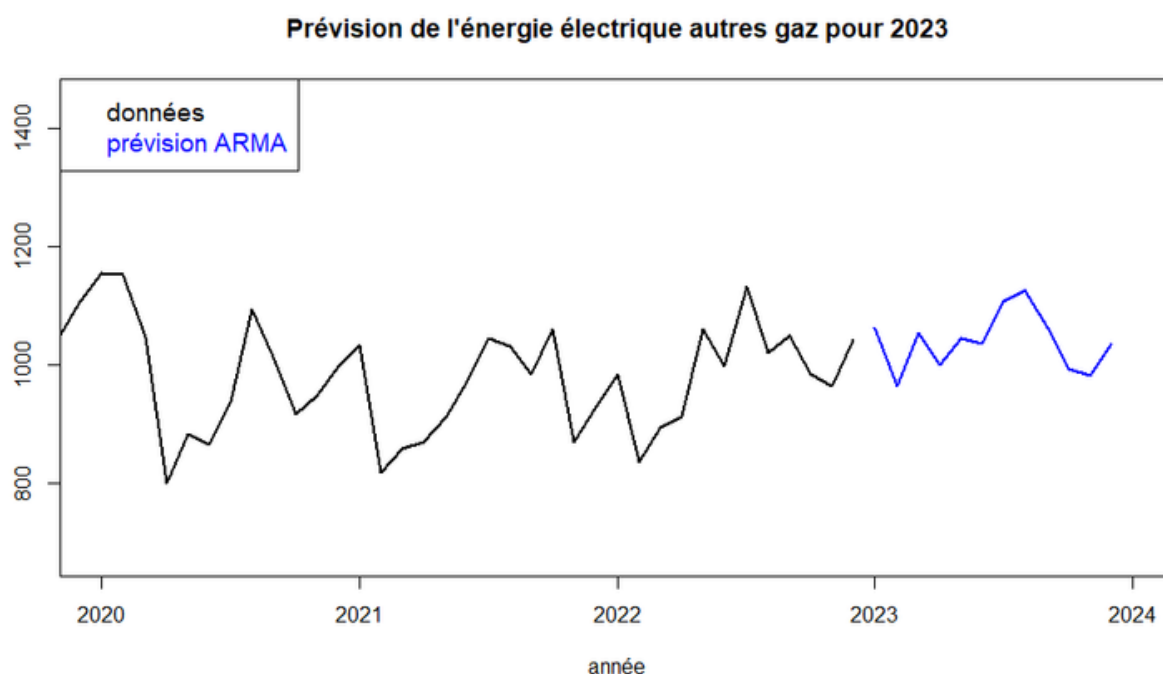
Ici on a déterminé $P= 2$ et $p = 1$ ou 5 ;

On observe le graphe des résidus pour déterminer lequel choisir mais étant relativement similaire, on s'est alors basé sur la valeurs des AIC pour déterminer lequel des deux est le meilleur.

L'AIC de $p = 1$ obtient un meilleur résultat.

PRÉVISION (ARMA)

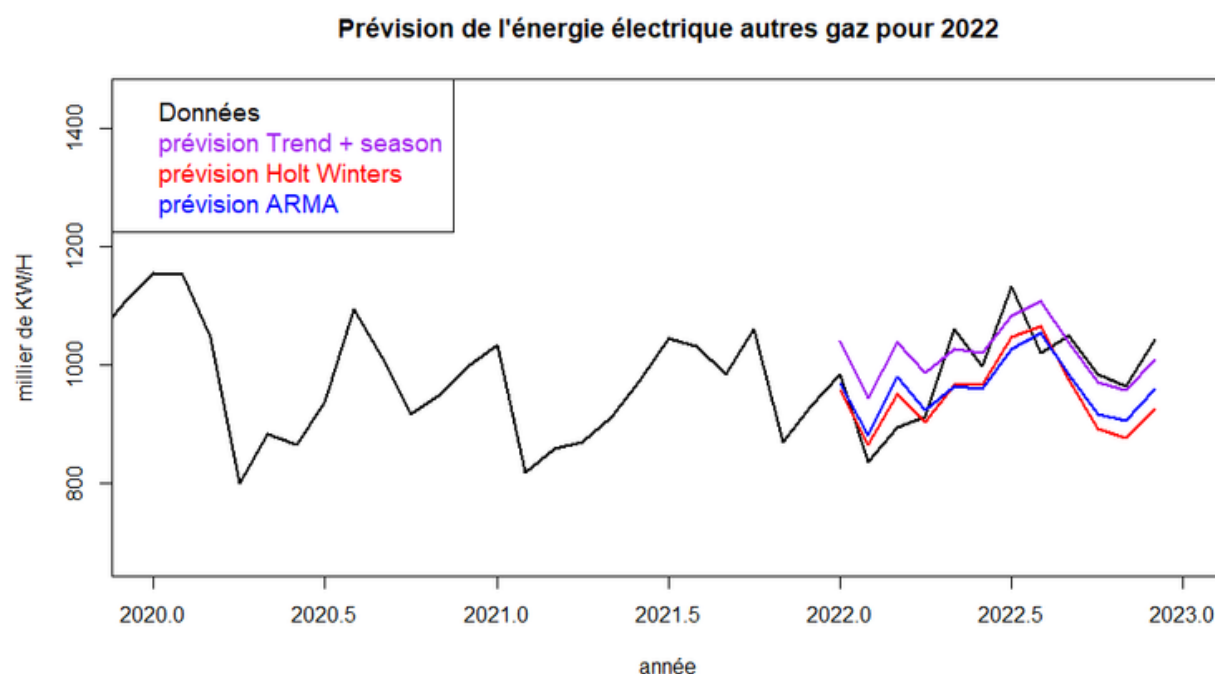
La comparaison des modèles ARIMA permet de déterminer et sélectionner celui qui offre la meilleur adéquation aux données et donc la meilleur capacité de prédiction. Après avoir ajuster les paramètres de performance, nous avons pu obtenir la courbe finale de la prévision du d'électricité (Autres gaz que le gaz naturel) prédite avec la méthode ARMA.



PRÉVISION

Pour vérifier l'efficacité de ses trois méthodes nous les avons tenter de générer une prévision pour l'année 2022, en se basant sur les données réelle de 2001 à 2021. De façon à pouvoir comparer les données prédites par nos modèle en 2022 avec les données réelles observer en 2022 et ainsi déterminer le meilleur modèle de prévision.

Nous avons ensuite calculé l'erreur quadratique moyenne (EQM) qui nous permettra de confirmer laquelle de ces méthodes est la plus efficace.



EQM de la méthode alternative = 9780.978

L'EQM est plus basse et indique donc une meilleure adéquation entre les prédictions du modèle et les observations réelles étant donné qu'elle utilise la tendance et moins la partie saisonnière.

EQM de la méthode Holt-Winters = 19641.1

Cette méthode a une précision inférieure par rapport à la méthode alternative dans ce contexte.

EQM de la méthode Holt-Winters = 10528.52

Comparé à la méthode Holt-Winters, la méthode ARMA semble produire des résultats plus proches des valeurs réelles, mais toujours moins précis que la méthode alternative.



CONCLUSION

L'Energie autre gaz que naturel est identifiée comme une énergie d'appoint plutôt que comme une source principale.

C'est une source d'énergie annexe, elle se distingue des autres sources d'énergie par sa complexité à être prédite, étant donné son caractère moins prévisible. Cette caractéristique va ainsi jouer un rôle direct sur l'observation de la saisonnalité au sein de la série temporelle.

Un indicateur significatif de cette dynamique particulière est la comparaison entre les résidus et les variations saisonnières, illustrée en détail à la page 05. Les résidus présentent une amplitude plus marquée que les variations saisonnières, soulignant ainsi l'influence relativement plus forte des facteurs imprévisibles associés à cette source d'énergie.

En considérant cette spécificité et les résultats obtenus lors de la comparaison des différents modèles de prédiction. Il devient alors évident que la méthode alternative se montre comme l'approche la plus adaptée pour modéliser cette série temporelle, étant donné qu'elle exploite principalement la tendance. Ainsi, la sélection de la méthode alternative se justifie par la nécessité de modéliser efficacement une source d'énergie d'appoint, caractérisée par une variabilité plus importante et moins sujette à des schémas saisonniers prévisibles.

The Energy Information Administration (EIA) of the United States, a key agency within the federal department, is responsible for collecting, analyzing, and disseminating energy-related information. Focusing on monthly electricity production data from sources other than natural gas (in kW/h) from 2001 to 2022, this analysis aims to provide forecasts for 2023 and evaluate the accuracy of different prediction methods, crucial for informing energy policies and enhancing public understanding of energy and environmental issues.

- **Trend Analysis:**

The monthly nature of the dataset ($p = 12$) is addressed, emphasizing the examination of temporal characteristics in electricity production from alternative gases. Graphical representations, including centered moving averages, reveal the absence of a clear seasonal pattern due to the supplementary nature of this energy source, primarily produced at the beginning of the year.

- **Decomposition and Residual Study:**

Decomposition of the time series into trend, seasonality, and residuals offers valuable insights. While a discernible pattern appears, it is overshadowed by the residuals, indicating the inherent unpredictability associated with this energy source. The series exhibits stability with few outliers, enhancing the reliability of the dataset.

- **Forecasting:**

Three forecasting methods, namely Alternative, Holt-Winters, and ARMA, are applied to predict electricity production in 2023. The ARMA model is optimized using autocorrelation and diagnostic graphs, resulting in a refined prediction curve. Comparative analysis of the three methods reveals that the Alternative method, incorporating trend while minimizing seasonal effects, outperforms Holt-Winters and ARMA.

- **Conclusion:**

Energy from sources other than natural gas is acknowledged as supplementary rather than primary. Its unpredictability distinguishes it from other energy sources, influencing the observed lack of seasonality in the time series. The dominance of residuals over seasonal variations reinforces the impact of unpredictable factors. Considering these characteristics and the model comparison results, the Alternative method emerges as the most suitable approach for modeling this time series, given its ability to capture the significant variability and limited predictability of the energy source.

***Merci pour
votre attention ;)***



IUT de Paris - Rives de Seine
Université de Paris