

PROJET SERIE TEMPORELLE

The background features an abstract geometric design. In the upper right, there is a large, light blue, angular shape. A thin blue line descends from this area, passing through a small flag-like icon with three horizontal stripes. Below this, several 3D rectangular bars of varying lengths and shades of blue are arranged diagonally across the center. At the bottom center, there are three vertical blue lines of different heights.

Mohamed AZEK

Vincent GOMIS

10/01/2024

Sommaire

- INTRODUCTION DU SUJET
- REPRESENTATION DE LA SERIE, TENDANCE ET DE LA MOYENNE MOBILE
- REPRESENTATION DES COEFFICIENTS SAISONNIERS ET DE LA DECOMPOSITION DE LA SERIE
- PREVISION POUR 2023
- DIFFERENTES METHODES ET EQM
- CONCLUSION
- RESUME EN ANGLAIS

INTRODUCTION DU SUJET

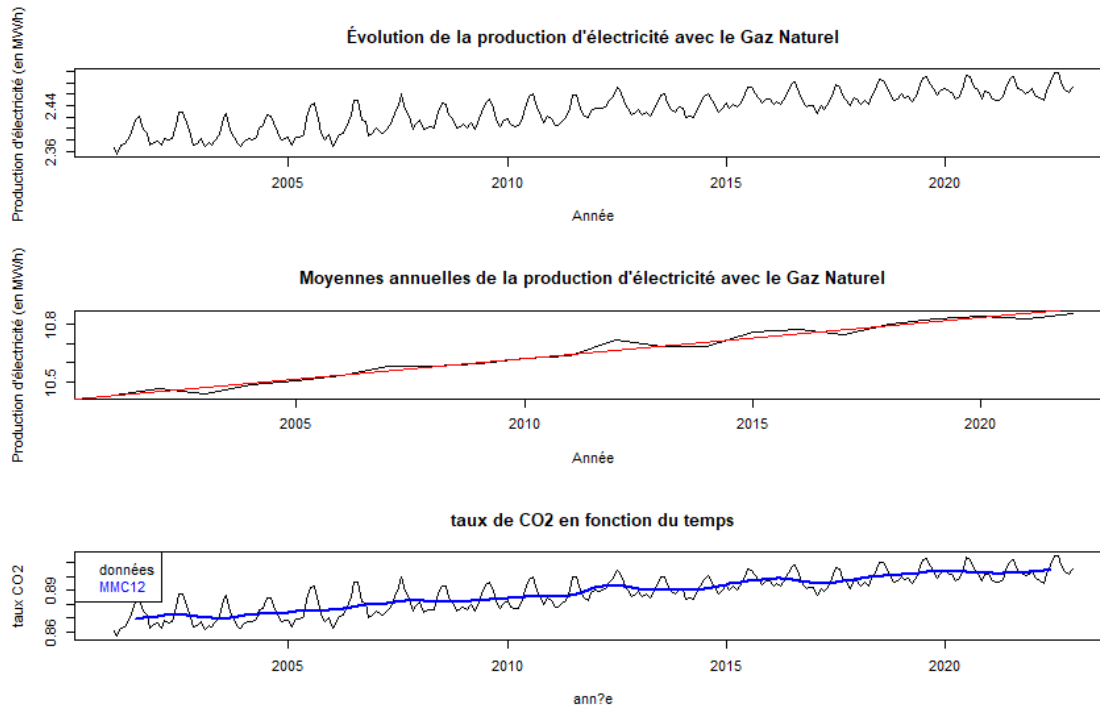
L'Administration de l'information sur l'énergie (EIA) des États-Unis est une agence principale du Système statistique fédéral américain, chargée de collecter, analyser et diffuser des informations sur l'énergie. Son rôle est de favoriser l'élaboration de politiques énergétiques éclairées, des marchés efficaces, ainsi que la compréhension publique de l'interaction entre l'énergie, l'économie et l'environnement. Les programmes de l'EIA englobent des données sur le charbon, le pétrole, le gaz naturel, l'électricité, les énergies renouvelables et nucléaire.

Notre jeu de données s'attarde sur la production électrique spécifiquement associée au gaz naturel, qui figure parmi les différentes catégories énergétiques répertoriées, telles que le charbon, le pétrole, le bois, les énergies renouvelables et divers autres types d'énergie. Ces données, étalées sur une période consécutive de 22 ans, s'étendent de 2001 à 2022, et sont segmentées à l'échelle mensuelle, offrant ainsi une granularité temporelle détaillée. Elles sont mesurées et exprimées en milliers de mégawatts/heures, ce qui permet une analyse minutieuse et précise de la contribution spécifique du gaz naturel à la production globale d'électricité durant cette période temporelle complète. Cette approche temporelle détaillée permet d'appréhender et d'évaluer de manière approfondie l'évolution, les tendances et l'impact de la production d'électricité issue de la ressource gaz naturel au fil du temps. Elle offre également des perspectives éclairées sur la place et l'importance de cette source énergétique renouvelable au sein du paysage énergétique global, ainsi que sur son rôle potentiel dans la transition vers des modes de production d'électricité plus durables et respectueux de l'environnement.

Notre mission consistera à dévoiler la tendance via des moyennes mobiles et une courbe de régression annuelle, à calculer les coefficients saisonniers, à décomposer la série, à analyser les séries désaisonnalisées ainsi que les boxplots des résidus. En outre, nous réaliserons des prévisions pour l'année 2022 en utilisant trois méthodes distinctes et comparerons les erreurs quadratiques moyennes de prévision pour chaque méthode.

REPRESENTATION DE LA SERIE, TENDANCE ET DE LA MOYENNE MOBILE

Pour étudier la production d'électricité à partir du gaz naturel sur une période, on crée une série temporelle via `ts()` et la visualise avec `plot()`. En calculant les moyennes annuelles via `aggregate()`, on peut représenter ces valeurs pour identifier la tendance générale. L'utilisation de moyennes mobiles sur une période spécifique et la comparaison avec la courbe de régression des moyennes annuelles permettent de saisir les fluctuations saisonnières et la tendance sur le long terme de cette production électrique spécifique.



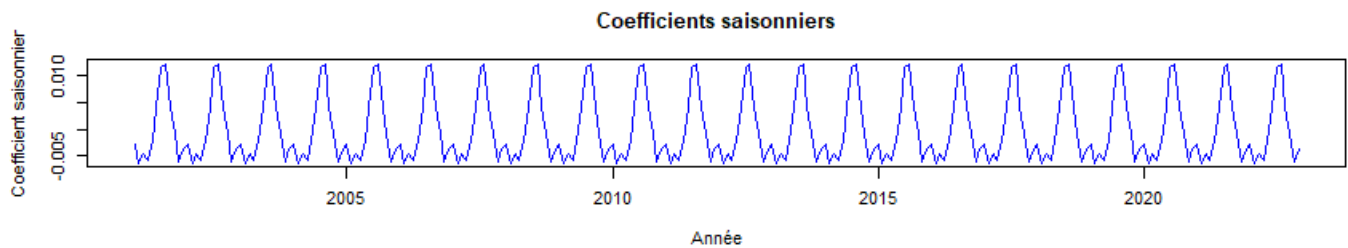
En représentant notre série temporelle, nous pouvons observer son comportement, identifiant ainsi sa nature multiplicative. Ce comportement multiplicatif suggère que les composantes saisonnière et tendancielle se multiplient pour former la série. La période d'observation de cette série temporelle s'étend de 2001 à 2022, permettant ainsi une analyse complète et détaillée sur une période de 22 années consécutives. Cela peut être le résultat d'une augmentation de la demande, de l'efficacité des processus, ou d'autres facteurs favorisant une croissance cumulative. La nature multiplicative de la tendance suggère un fort potentiel de développement pour la production d'électricité au Gaz Naturel.

Dans celui représentant, les moyennes annuelles de la production d'électricité avec le Gaz Naturel, on peut observer le trait rouge qui représente la courbe de régression. Il indique une croissance stable de la production d'électricité avec le Gaz Naturel d'une année à l'autre. Cela pourrait signifier une augmentation proportionnelle régulière de la production. Une croissance annuelle soutenue peut être interprétée comme un indicateur de stabilité économique dans le secteur de la production d'électricité avec le Gaz Naturel. Cela pourrait être un facteur positif pour les investisseurs et les parties prenantes, indiquant une source d'énergie fiable et en croissance.

En représentant les moyennes mobiles, nous observons une évolution croissante dans la tendance de la production d'électricité à partir du gaz naturel au fil du temps. Les moyennes mobiles, en lissant les fluctuations à court terme, révèlent une trajectoire ascendante régulière sur la période étudiée. Nous avons tracé la courbe de régression afin de montrer d'une autre manière cette tendance croissante.

REPRESENTATION DES COEFFICIENTS SAISONNIERS ET DE LA DECOMPOSITION DE LA SERIE

Les coefficients saisonniers mesurent les variations périodiques, comme celles observées d'une saison à l'autre dans une série temporelle. Ils quantifient ces fluctuations spécifiques à chaque période, aidant à distinguer les variations régulières de la tendance générale.

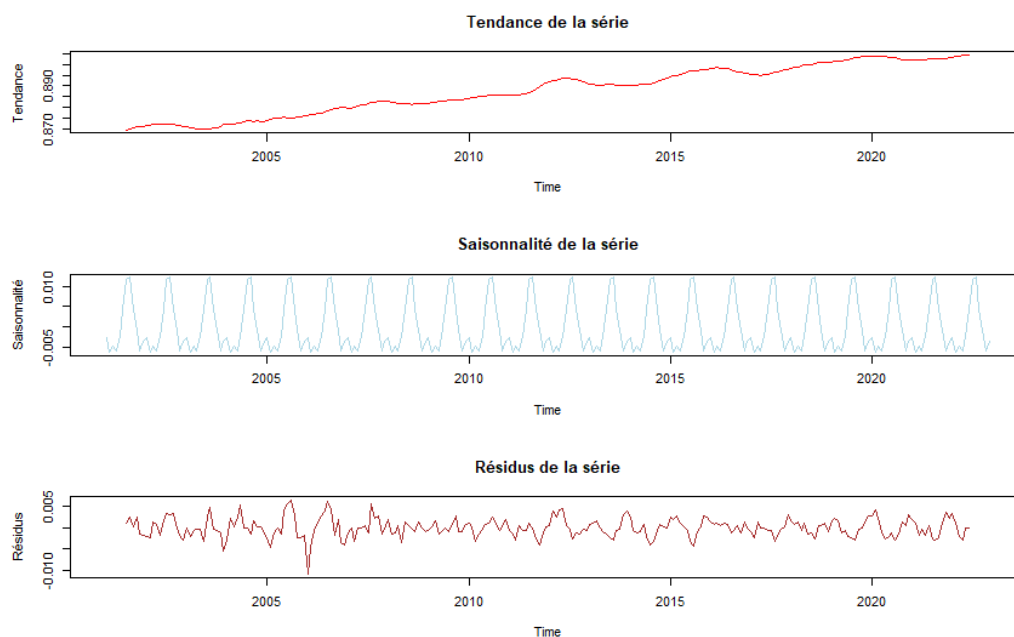


On peut voir dans le graphique ci-dessus, que les coefficients se répètent de manière identique ou presque. Cela nous montre en effet une saisonnalité très prévisible et stable. La production d'électricité avec le Gaz Naturel suit donc un modèle régulier qui se reproduit de manière similaire chaque année. La constance des coefficients saisonniers suggère une grande prédictibilité saisonnière. Les modèles de prévision peuvent prendre en compte cette stabilité pour anticiper avec précision les variations saisonnières dans la production d'électricité avec le Gaz NATUREL. Cette constance reflète la constance des facteurs saisonniers, tels que les conditions météorologiques, les habitudes de consommation saisonnières, ou d'autres éléments qui influent sur la production d'électricité. Tout ça nous montre la fiabilité de ces données.

Cela nous offre des avantages en termes de planification, de prévision et de compréhension des schémas saisonniers, ce qui peut être crucial pour les décisions opérationnelles et stratégiques dans le secteur de la production d'électricité au gaz naturel.

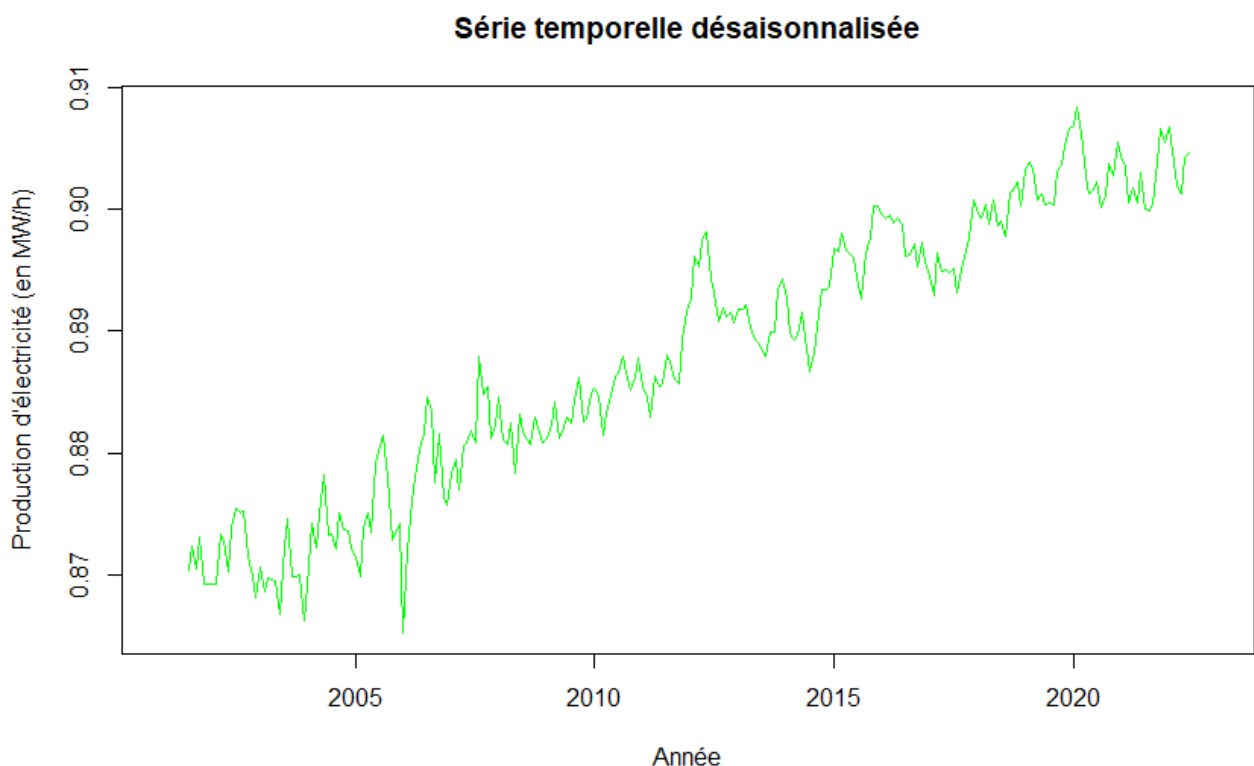
Nous avons divisé la série en trois graphiques distincts :

- Le premier, représentant la tendance, révèle un motif saisonnier cohérent, fluctuant entre 0.870 et 0.900.
- Le deuxième graphique, décrivant la saisonnalité, présente un schéma similaire à la représentation des coefficients saisonniers.
- Enfin, le troisième graphique expose les résidus de la série, illustrant les variations restantes après avoir isolé la tendance et la saisonnalité. Cette représentation visuelle permet de discerner les motifs saisonniers réguliers et les variations résiduelles inexplicables au sein de la série temporelle.



REPRESENTATION DES COEFFICIENTS SAISONNIERS ET DE LA DECOMPOSITION DE LA SERIE

Une série temporelle désaisonnalisée est une série où les fluctuations saisonnières prévisibles ont été ajustées ou retirées. Cela permet de mettre en évidence la tendance sous-jacente ou les variations non saisonnières, en éliminant les effets récurrents associés à des périodes spécifiques de l'année. Nous avons calculé les valeurs de cette série en retranchant les résidus. `serie_desaisonnalisee <- decomposition$trend + residus`



Nous pouvons voir ici un graphique représentant la série temporelle désaisonnalisée. La tendance à la hausse indique une croissance globale de la production d'électricité avec le Gaz Naturel au fil des ans. Cela pourrait être dû à une augmentation de la demande. Les pics saisonniers indiquent des variations régulières qui se produisent à des moments spécifiques de l'année. Cela pourrait être lié à des motifs saisonniers, tels que des variations de consommation d'électricité en fonction des saisons. La désaisonnalisation est généralement utilisée pour isoler la tendance sous-jacente en éliminant les variations saisonnières. Cependant, si la tendance persiste à la hausse même après la désaisonnalisation, cela renforce l'hypothèse d'une croissance soutenue, indépendamment des fluctuations saisonnières. La tendance constante à la hausse peut également être interprétée comme un indicateur de stabilité économique dans le secteur de la production d'électricité avec le Gaz Naturel.

Nous avons utilisé la fonction `summary()` qui nous donne plusieurs statistiques, ces statistiques résument les résidus après désaisonnalisation. L'analyse statistique des résidus après désaisonnalisation offre un aperçu clair de l'efficacité du processus. Les valeurs statistiques révèlent une distribution équilibrée avec une moyenne de 0.8879, indiquant une désaisonnalisation bien centrée autour de zéro. Le premier quartile de 0.8775 et la médiane de 0.8900 suggèrent une concentration significative de résidus à des niveaux relativement bas, témoignant d'une élimination réussie de la saisonnalité. La légère asymétrie positive, notée par la médiane légèrement supérieure à la moyenne, pourrait indiquer une tendance à des valeurs légèrement plus élevées. Le troisième quartile de 0.8984 souligne la cohérence des résidus dispersés. Bien que la présence potentielle de quelques valeurs aberrantes soit indiquée par cet écart entre les quartiles, le maximum de 0.9155 suggère l'absence de valeurs aberrantes extrêmement élevées. En résumé, ces résultats reflètent une désaisonnalisation réussie avec des résidus centrés et une dispersion modérée.

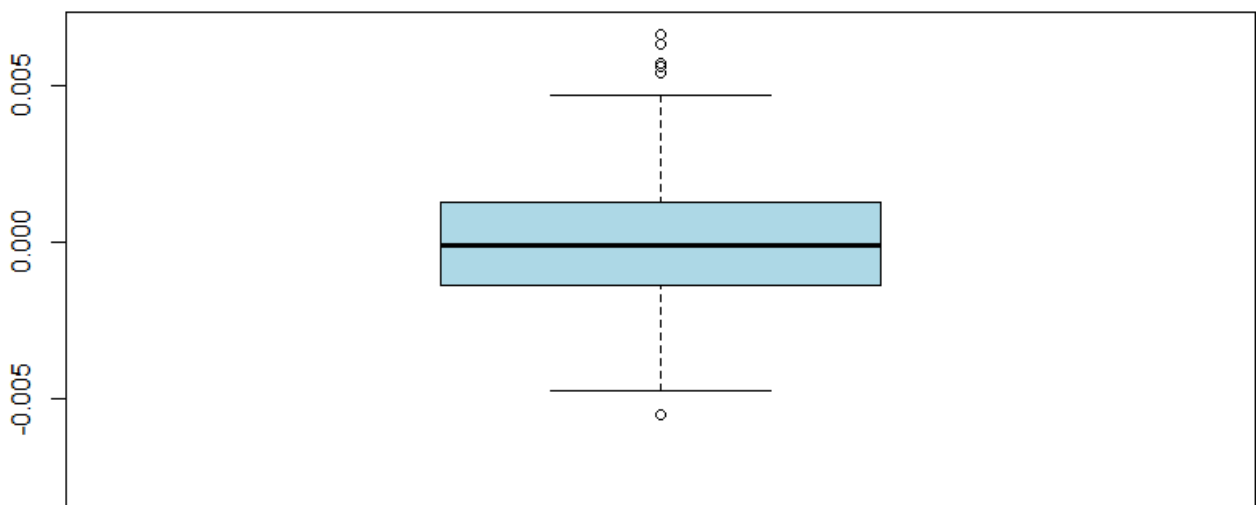
```

      V1
Min.    :0.8568
1st Qu.:0.8775
Median  :0.8900
Mean    :0.8879
3rd Qu.:0.8984
Max.    :0.9155

```

Nous avons utilisé une boîte à moustaches pour visualiser la distribution des résidus. Ce graphique offre un aperçu clair de la répartition, de la dispersion et de la présence éventuelle de valeurs aberrantes parmi les résidus, facilitant ainsi la compréhension de leur variabilité.

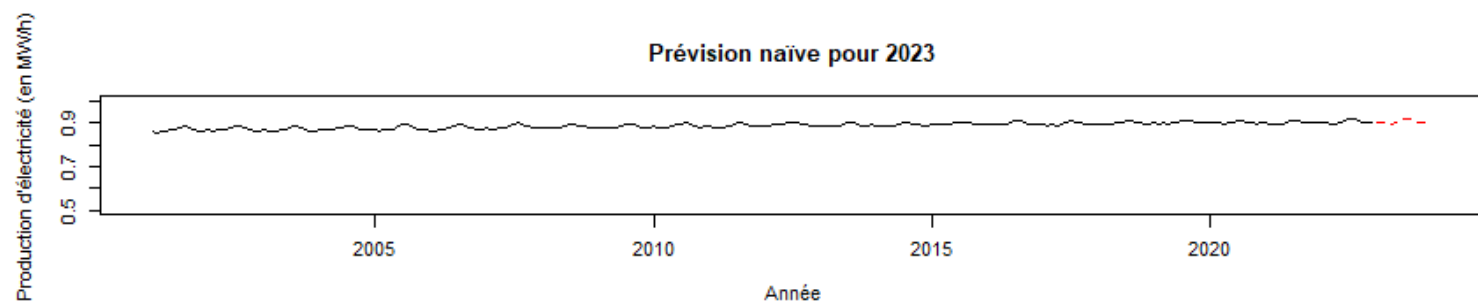
Boxplot des résidus



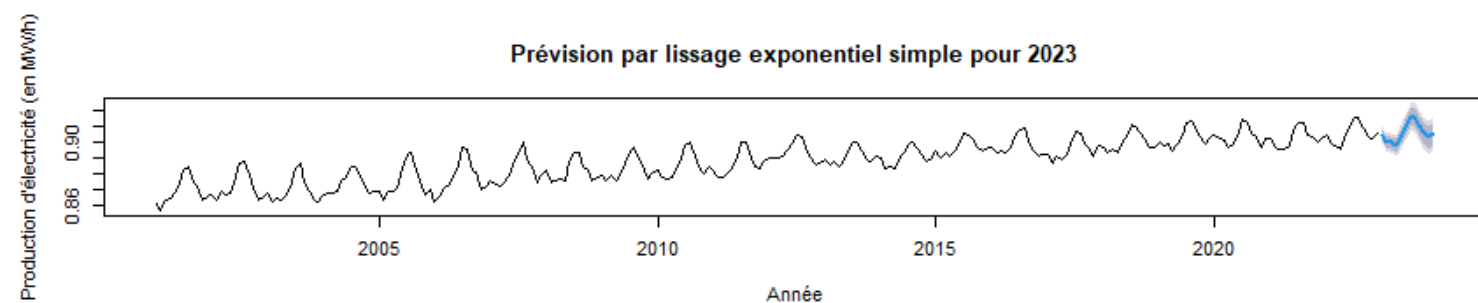
PREVISION POUR 2023

Pour estimer la production d'électricité en 2022, nous avons utilisé trois méthodes distinctes de prévision. Chacune de ces approches pouvait impliquer des modèles variés tels que la régression, les séries temporelles (comme ARIMA ou Holt-Winters). En comparant les résultats de ces méthodes appliquées aux données historiques jusqu'en 2021, nous avons évalué leur précision et leur fiabilité pour prédire la production électrique de l'année 2022.

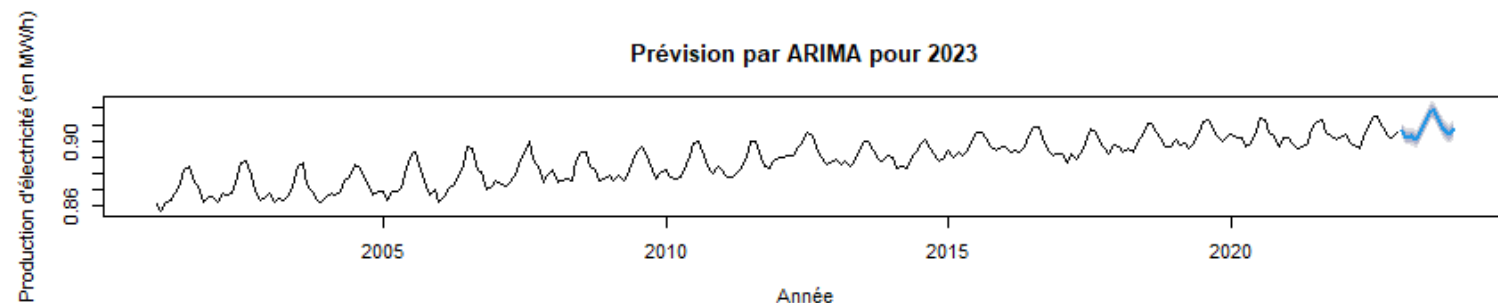
Prédiction Naïve :



Prédiction par lissage exponentiel simple (Holt-Winter) :



Prédiction par ARIMA :



La méthode de prédiction naïve anticipe la prochaine valeur d'une série temporelle en se basant sur la dernière observation, sans tenir compte des tendances ou schémas plus complexes. C'est une approche rapide mais peut manquer de précision pour des séries temporelles complexes. Comme nous pouvons le voir sur le premier graphique, nous pouvons voir qu'il y a un lissage des fluctuations. C'est pour cela que nous avons utilisé les deux autres méthodes :

ARIMA est une méthode de prévision des séries temporelles qui intègre les tendances et les schémas passés pour prédire les valeurs futures. Elle utilise l'historique des données pour estimer les changements et les modèles temporels, aidant ainsi à anticiper les évolutions à venir.

La méthode de Holt-Winters est une technique de prévision pour les séries temporelles qui inclut la tendance, la saisonnalité et les fluctuations. Elle s'appuie sur les données passées pour estimer les tendances futures, ainsi que les modèles saisonniers, aidant ainsi à prédire les valeurs à venir en tenant compte des schémas saisonniers observés.

Nous pouvons voir que les deux prédictions sont similaires, nous pouvons expliquer ceci car ces deux méthodes s'appuient sur les mêmes caractéristiques (la tendance, la saisonnalité et les fluctuations) en s'appuyant sur les données passées. Nous remarquons alors que ces deux méthodes, nous élabore une prédiction plus précise.

DIFFERENTES METHODES ET EQM

L'erreur quadratique moyenne (EQM) est une mesure qui calcule la moyenne des carrés des différences entre les prévisions et les valeurs réelles. Plus l'erreur quadratique moyenne est faible, plus les prévisions sont proches des valeurs réelles, indiquant ainsi une meilleure performance de la méthode de prévision utilisée.

CONCLUSION

L'étude approfondie de la production d'électricité avec le gaz naturel, basée sur les données de l'Administration de l'information sur l'énergie (EIA) des États-Unis, révèle des tendances significatives et des perspectives prometteuses. L'EIA joue un rôle essentiel en fournissant des informations cruciales pour soutenir les politiques énergétiques éclairées et promouvoir une compréhension approfondie de l'interaction entre l'énergie, l'économie et l'environnement.

Les données spécifiques à la production d'électricité au gaz naturel sur une période de 22 ans offrent une granularité temporelle détaillée, mesurée en milliers de mégawatts/heures. La série temporelle créée et analysée permet d'identifier des tendances, des fluctuations saisonnières et d'évaluer l'impact de la production d'électricité au gaz naturel au fil du temps.

L'utilisation de méthodes statistiques telles que les moyennes mobiles, la régression annuelle, la désaisonnalisation, et les prévisions à l'aide de modèles ARIMA et Holt-Winters enrichit notre compréhension. Les graphiques et analyses soulignent une croissance stable de la production d'électricité au gaz naturel, avec des fluctuations saisonnières prévisibles. La constance des coefficients saisonniers indique une grande prédictibilité saisonnière, essentielle pour la planification et la prise de décision.

L'approche multiplicative identifiée dans l'analyse suggère un fort potentiel de développement pour la production d'électricité au gaz naturel. Les prévisions pour l'année 2022, réalisées avec trois méthodes distinctes, révèlent des résultats similaires, renforçant la robustesse des prévisions.

En conclusion, cette étude fournit des informations cruciales pour les parties prenantes du secteur énergétique, mettant en lumière la stabilité économique, la fiabilité saisonnière, et le potentiel de croissance continu de la production d'électricité au gaz naturel. Ces résultats peuvent orienter les décisions opérationnelles, stratégiques et les investissements dans un contexte énergétique en constante évolution.

RESUME EN ANGLAIS

This comprehensive analysis of natural gas electricity production spanning 22 years, from 2001 to 2022, reveals consistent growth and promising trends. Leveraging data from the U.S. Energy Information Administration (EIA), the study emphasizes the role of the EIA in informing energy policies and understanding the dynamic interplay between energy, the economy, and the environment.

Specific data on natural gas electricity production, measured in thousand megawatt-hours, provides detailed temporal granularity. Statistical methods such as moving averages, annual regression, seasonal decomposition, and forecasts using ARIMA and Holt-Winters models enrich our insights. The identified multiplicative trend suggests a robust potential for the continued development of natural gas electricity production.

The analysis underscores stable growth with predictable seasonal fluctuations. The consistency of seasonal coefficients highlights significant seasonal predictability, crucial for planning and decision-making. The multiplicative trend suggests a strong growth potential for natural gas electricity production. Forecasts for 2022, using different methods, reinforce the reliability of predictions.

In conclusion, this study offers vital insights for energy sector stakeholders, emphasizing economic stability, seasonal reliability, and ongoing growth potential in natural gas electricity production. These findings can guide operational, strategic decisions, and investments in an ever-evolving energy landscape.