

# La production d'électricité par combustion du charbon

SAE « Description et Prédiction de séries temporelles » - Dedecker

*Seules les parties que j'ai réalisées ont été conservées.*

## Introduction

Nous sommes un groupe d'étudiants en Bachelor Universitaire de Technologie en Science de Données à l'IUT de Paris - Rives de Seine, composé d'Alexandre Chen, Melvyn Corvo et Ruth Jeyaranjan. Notre projet a pour objectif d'analyser une série temporelle spécifique et d'appliquer des méthodes de prévision afin de déterminer les tendances futures. La série temporelle que nous allons décomposer est la production d'électricité par la combustion du charbon, entre 2001 et 2021. Le charbon est l'une des sources les plus courantes d'énergie utilisées pour produire de l'électricité dans le monde, en raison de sa disponibilité et de son faible coût. Les données dont nous disposons proviennent de l'Agence américaine d'information sur l'énergie (EIA).

Nous allons réaliser une étude descriptive préparatoire pour mieux comprendre la série temporelle. Pour atteindre notre objectif, nous allons appliquer des méthodes de décomposition de série temporelle pour comprendre les composants saisonniers, les tendances à long terme et les irrégularités dans la série temporelle. Ensuite, nous utiliserons des méthodes de prévision telles que trend+season, Holt-Winters et ARMA. Nous allons également évaluer la fiabilité de chaque modèle de prévision en utilisant des mesures d'erreur de prévision et en comparant les résultats de chaque méthode.

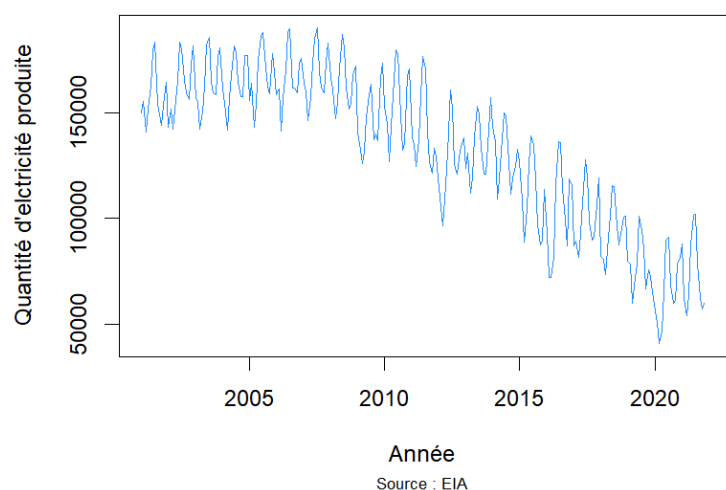
Les descriptions et les prévisions ont été réalisées sur le logiciel R.

## 1. Etude descriptive de la série temporelle

Dans cette partie, nous allons explorer les caractéristiques temporelles afin de fournir des informations sur les tendances, les variations saisonnières et les fluctuations aléatoires de la série. Nous allons aussi identifier les points aberrants et les valeurs manquantes dans les données.

Il faut commencer par observer les données afin de pouvoir décomposer la série brute et choisir le modèle adapté. Ci-dessous se

**Production d'électricité entre 2001 et 2021**



trouve un graphique linéaire représentant les données. Notre variable d'intérêt est la quantité d'électricité produite qui évolue entre 2001 et 2021. L'amplitude de la composante saisonnière et du bruit étant constante, on choisit le modèle additif.

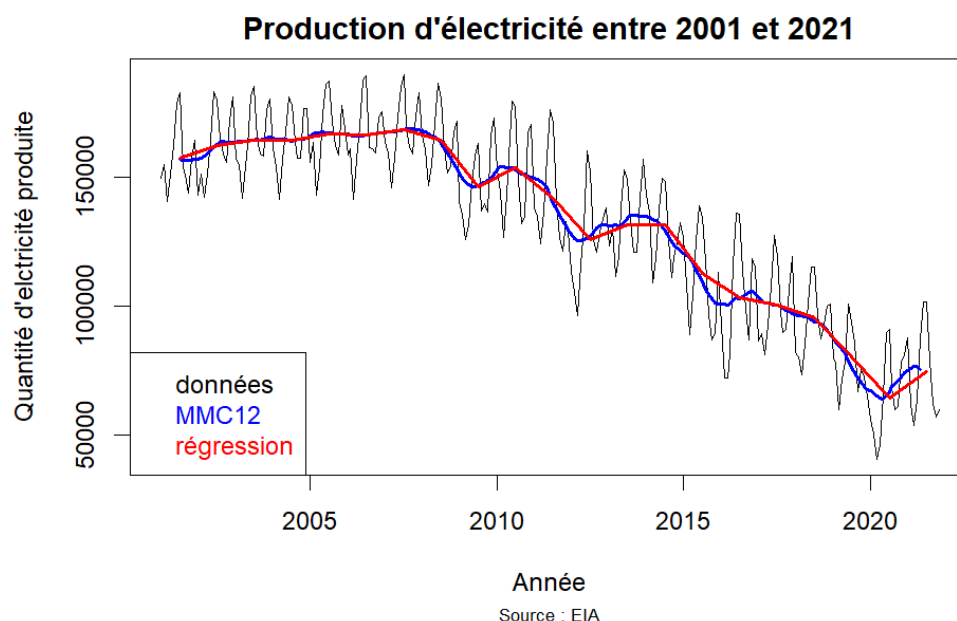
La crise financière de 2008 a pu avoir un impact sur la production d'électricité dans de nombreux pays, en particulier dans les économies avancées tel que les Etats-Unis. Les perturbations économiques liées à la crise ayant entraîné une diminution de la demande d'électricité, les consommateurs ont réduit leur consommation d'énergie. La crise a également eu un impact sur les investissements dans les infrastructures énergétiques qui a pu entraîner une réduction de la capacité de production d'électricité. En outre, bien qu'une grande partie de la production énergétique était issue de la combustion au charbon, les préoccupations environnementales ont commencé à croître. Et les méthodes non renouvelables ont commencé à laisser place à des sources d'énergie plus durables et respectueuses de l'environnement.

### Modélisation de la série

A présent, nous devons modéliser la série pour comprendre sa structure. Pour modéliser la tendance de la série, nous avons deux méthodes : les moyennes mobiles et les moyennes annuelles.

Le graphique ci-dessous modélise la courbe des données avec les courbes de moyennes mobiles (en bleu) et de régression des moyennes annuelles (en rouge). La courbe bleu met en évidence la tendance de la série en utilisant un filtre de moyennes mobiles, qui consiste à faire des moyennes partielles de proche en proche, donc les fluctuations irrégulières chroniques sont atténuées. Donc, le filtre des moyennes mobiles va permettre de lisser la série en supprimant la composante saisonnière et révéler la tendance générale. Entre 2001 et 2008, la production d'électricité au charbon est restée relativement stable. Néanmoins, à partir de 2008, on observe une diminution de la production avec des fluctuations.

La modélisation par les moyennes annuelles de la production d'électricité au charbon représenté par la courbe rouge suit la même tendance. Cependant, la courbe est plus lisse. Comme son nom l'indique, cette méthode consiste à calculer la moyenne des données sur chaque année.



## 2. Désaisonnalisation

### Calcul des coefficients saisonniers

D'après le graphique sur le calcul des coefficients saisonniers, nous pouvons voir que les coefficients varient au cours de l'année, on peut constater que la production d'électricité est bien plus supérieure en juin par rapport à la moyenne annuelle de la production. A l'inverse, le mois de mars est celui où la production est la plus faible.

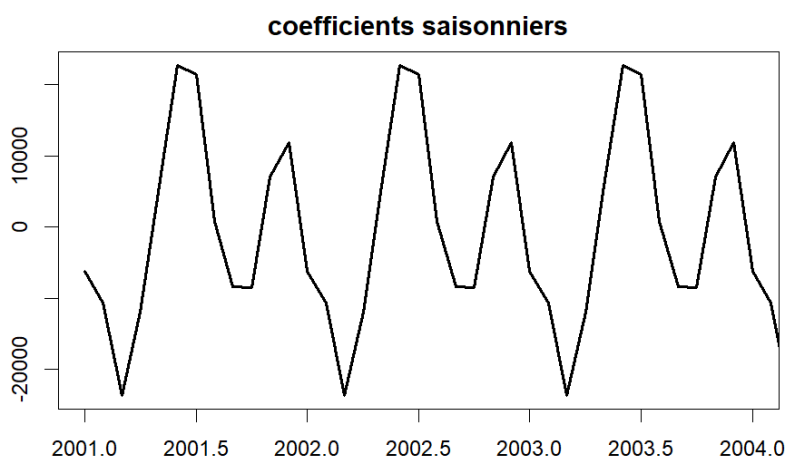
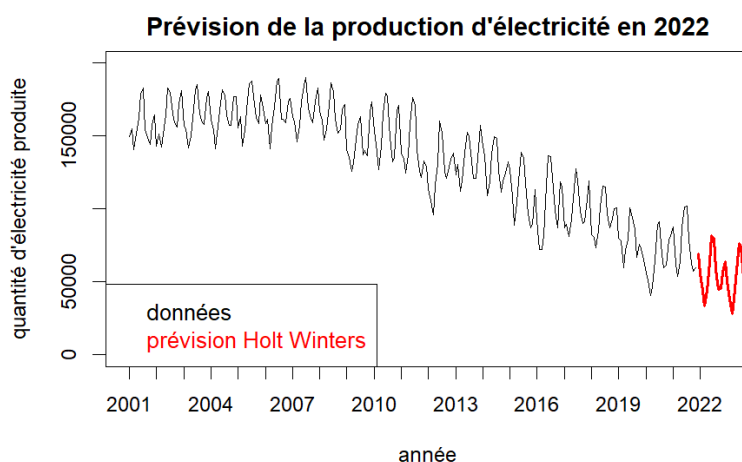


Tableau des 12 premières valeurs

jan.	fév.	mar.	avr.	mai	juin	jui.	aou.	sept.	oct.	nov.	déc.
-6219.45 92	-10710.0 008	-23713.4 175	-12033.2 300	5818.85 54	22788.8 927	21482.1 971	731.809 6	-8429.66 96	-8561.03 83	7003.29 71	11841.7 637

### Deuxième méthode : les prévisions de Holt-Winters

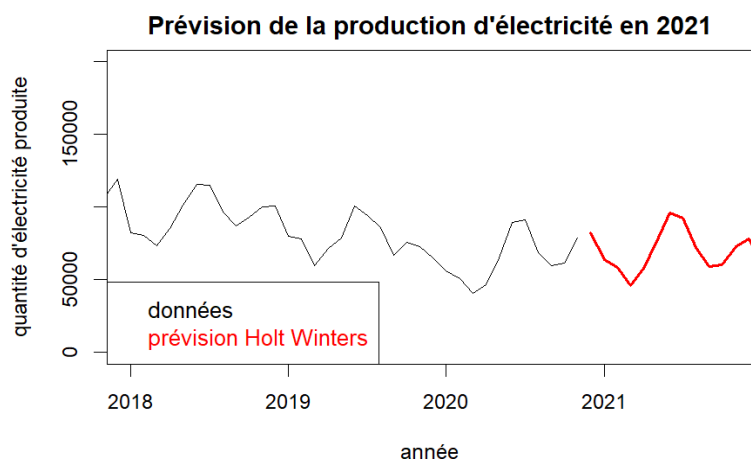
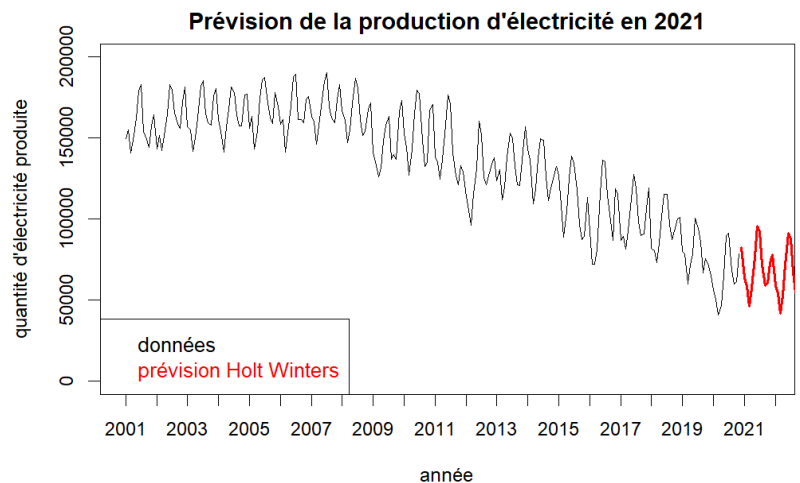
Le principe de cette méthode suppose que l'on peut prévoir la quantité d'électricité produite avec les observations antérieures en affectant un poids qui décroît exponentiellement avec la distance à l'indice. De même, pour le comportement saisonnier. Par ailleurs, cette méthode étant récursive, lorsque de nouvelles observations sont soumises, les paramètres se mettent à jour sans recommencer l'optimisation.



Le graphique montre les données historiques de la production d'électricité jusqu'à fin 2021, ainsi que les prévisions de Holt-Winters pour l'année prochaine, représentées par la ligne rouge. On peut voir que les prévisions de Holt-Winters pour la production d'électricité sont à la baisse pour les années à venir avec une périodicité similaire aux années précédentes. Les prévisions de Holt-Winters suggèrent donc une tendance décroissante à l'avenir.

## Deuxième méthode : les prévisions de Holt-Winters

Le graphique montre les données historiques de taux de charbon jusqu'à fin 2020, ainsi que les prévisions de Holt-Winters pour les années prochaine, représentées en rouge. La prévision de Holt-Winters suggère donc que cette périodicité se poursuivra à l'avenir, et que la production d'électricité liée au charbon sera très proche de celle de 2020 avec des valeurs très proches.



Ici on a réduit les données historiques de 2018 à fin 2020 pour avoir des données plus précises et on voit bien que la prévision nous montre une production très similaire à celle de l'année 2020, avec des quantités de production presque égales.

## Conclusion

Our analysis and time series forecasting results could help guide investment decisions and long-term energy development strategies by providing accurate forecasts of electricity production. Additionally, the time series analysis could help identify past trends and key factors that have impacted electricity production over time. Even though the electricity production from coal has drastically reduced during the last decade. Our previsions show that it will maintain its current place in the near future of electricity production. Based on our forecasts and their comparisons, we choose to adopt the ARMA model.