

PRÉDICTION DEMANDE EN ÉLECTRICITÉ

La transition énergétique commence aujourd'hui

Xavier Barbier - Juillet 2020

ÉNERGIES RENOUVELABLES

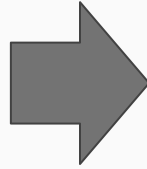


- intermittentes
- donc difficile de prévoir les capacités de production d'électricité
- demande en électricité des utilisateurs varie au cours du temps
- dépend de paramètres comme la météo (température, luminosité, etc.)

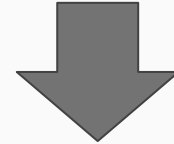
Besoin de mettre en adéquation l'offre et la demande !

Consommation

Météo



Modélisation



Prévision

Python / Notebook Jupyter / Colab

QUESTIONS

- 1. Il y a t-il un effet température sur les données de consommation mensuelles dues au chauffage électrique ?**
- 2. Il y a t-il une saisonnalité de la consommation mensuelle ?**
- 3. Quelle est la meilleure modélisation pour une prédiction de la consommation mensuelle**

DONNÉES

Consommation

Données :

- RTE pour la France
- 1182 obs
- 22 variables

France :

- Consommation totale janvier 2012 à mai 2020

Soit 101 observations.

Degré Jour Unifié (DJU)

- Écart entre la T° d'une journée donnée et un seuil de T° préétabli (18°C)
- Effet température sur consommation
- Corriger effet température (volatile)

Données :

- CEGIBAT
- 18°C
- Orly (94)
- Janvier 2012 à juin 2019

DONNÉES

- Absence valeurs atypiques
- Données manquantes pour DJU semestre 2 sur 2019

90 observations (Consommation totale et DJU) de Janvier 2012 à juin 2019

“date” en DateTime et index

date	Consommation totale		dju
2012-01-01	51086	365.4	
2012-02-01	54476	466.9	
2012-03-01	43156	247.1	
2012-04-01	40176	257.4	
2012-05-01	35257	109.4	

ANALYSE DESCRIPTIVE

TENDANCES CENTRALES

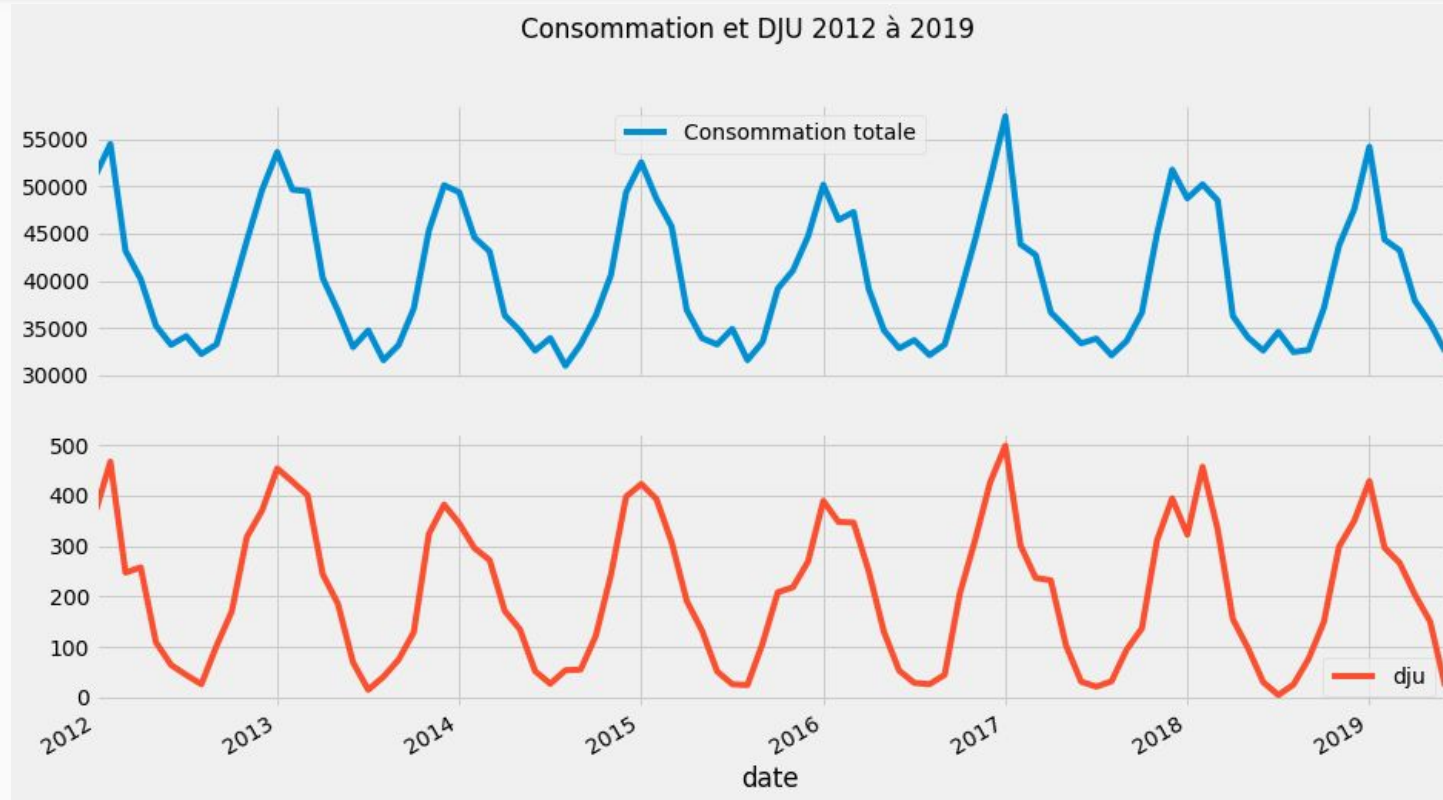
	Consommation totale	dju
count	90.000000	90.000000
mean	40187.800000	204.544444
std	7138.137168	142.359230
min	31004.000000	4.300000
25%	33757.750000	65.275000
50%	37488.500000	197.150000
75%	45631.750000	321.175000
max	57406.000000	498.800000

CV

Consommation : 17%
DJU : 69%

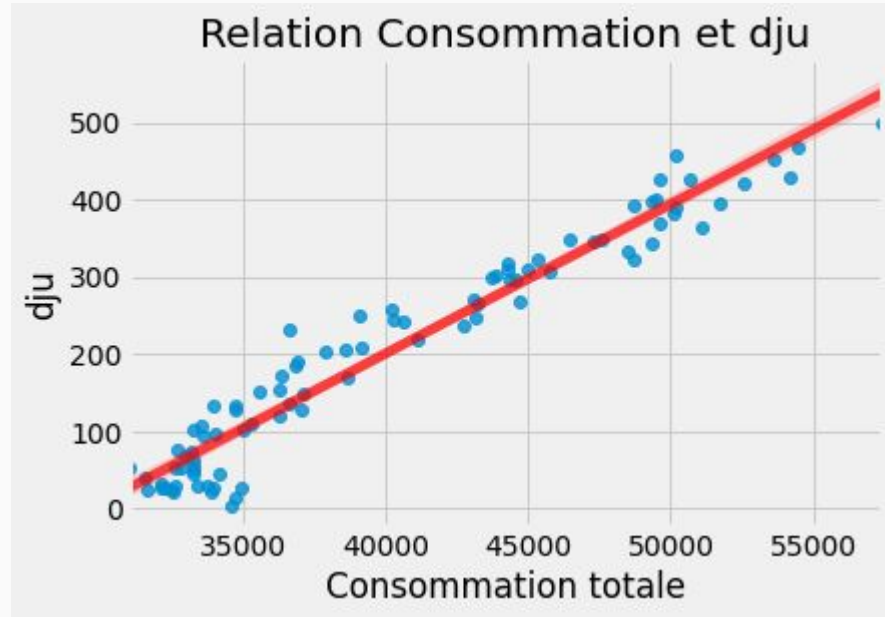
Influence DJU sur consommation ?

EXPLORATION GRAPHIQUE



Modèle additif

CORRELATION



Corr = 0.97

Correction effet température

CORRECTION EFFET TEMPÉRATURE

DJU



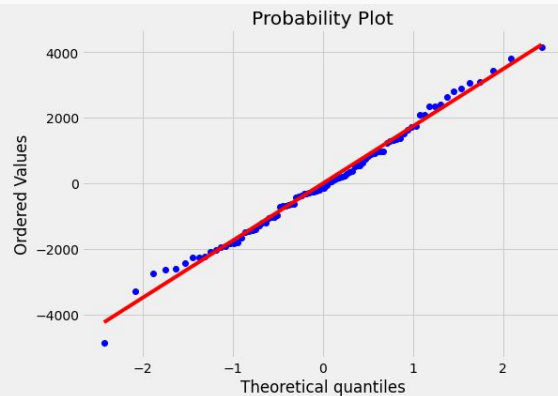
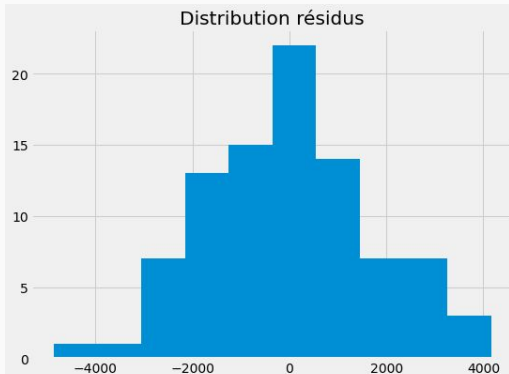
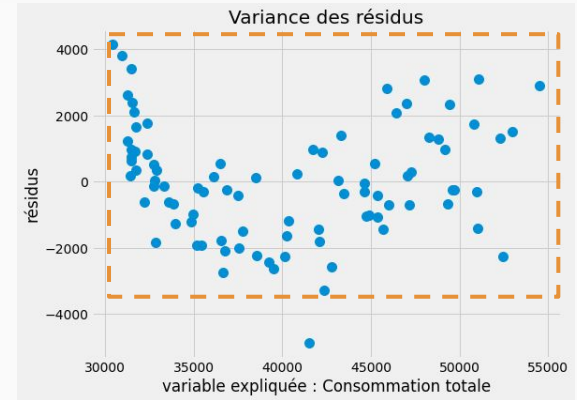
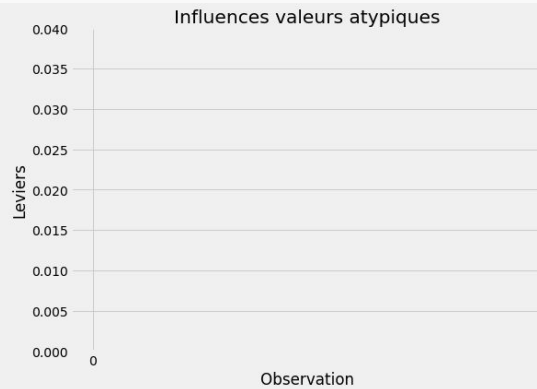
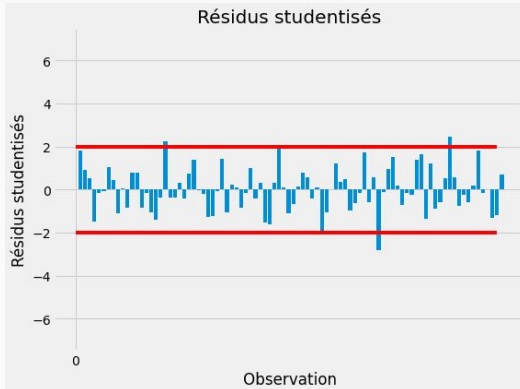
Consommation

OLS Regression Results

```
=====
Dep. Variable:    Consommation totale    R-squared:        0.942
Model:            OLS                    Adj. R-squared:    0.941
Method:           Least Squares          F-statistic:       1424.
Date:             Wed, 08 Jul 2020        Prob (F-statistic): 3.98e-56
Time:             09:33:46                Log-Likelihood:    -797.82
No. Observations: 90                     AIC:              1600.
Df Residuals:     88                     BIC:              1605.
Df Model:         1
Covariance Type:  nonrobust
=====
```

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	3.023e+04	320.783	94.252	0.000	2.96e+04	3.09e+04
dju	48.6606	1.290	37.735	0.000	46.098	51.223

MODÉLISATION



Kolmogorov-Smirnov

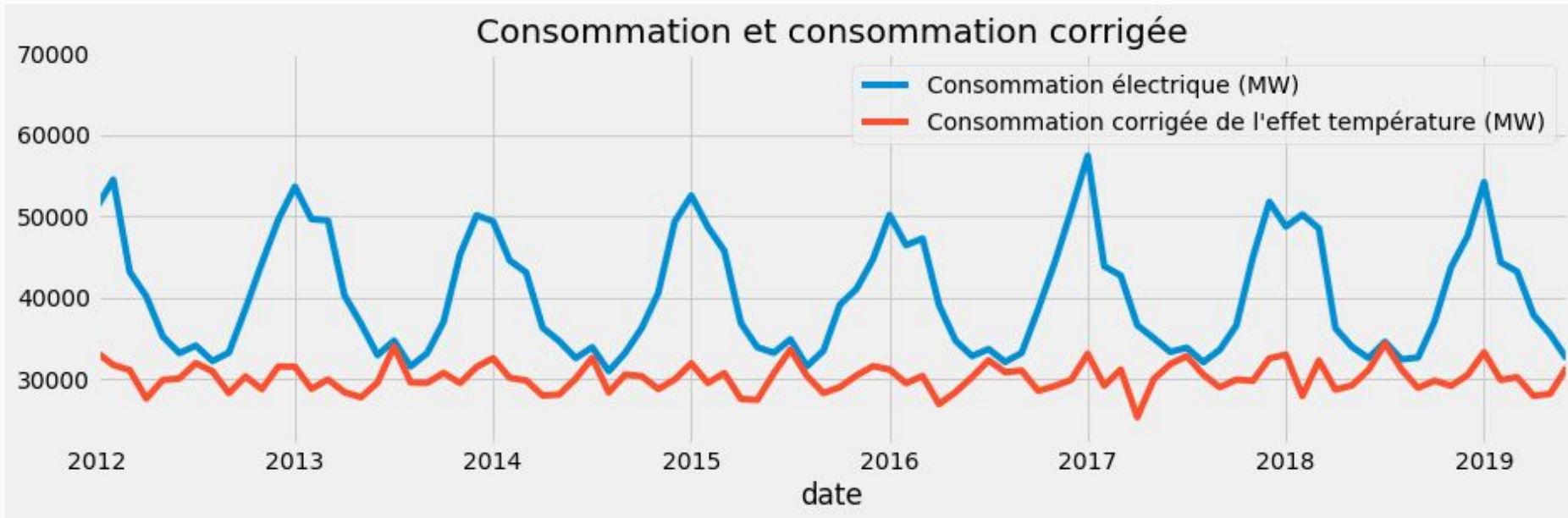
H_0 = adhésion loi normale

$p > 0.05$

Pas de rejet de H_0 , adhésion loi normale.

CORRECTION EFFET TEMPÉRATURE

Consommation corrigée = Consommation totale - (DJU * coef)



QUESTIONS

1. Il y a t-il un effet température sur les données de consommation mensuelles dues au chauffage électrique ?

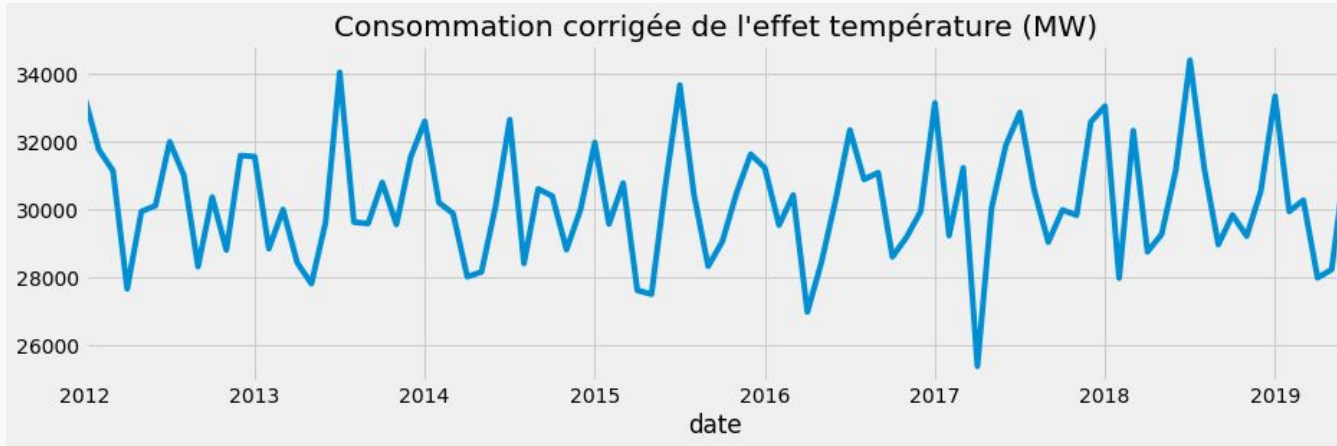
-> OUI

2. Il y a t-il une saisonnalité de la consommation mensuelle ?

3. Quelle est la meilleure modélisation pour une prédiction de la consommation mensuelle

SAISONNALITÉ

SAISONNALITÉ



AD Fuller

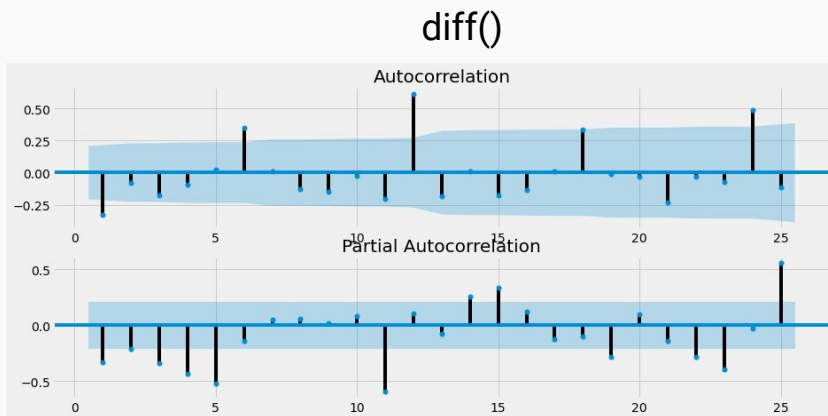
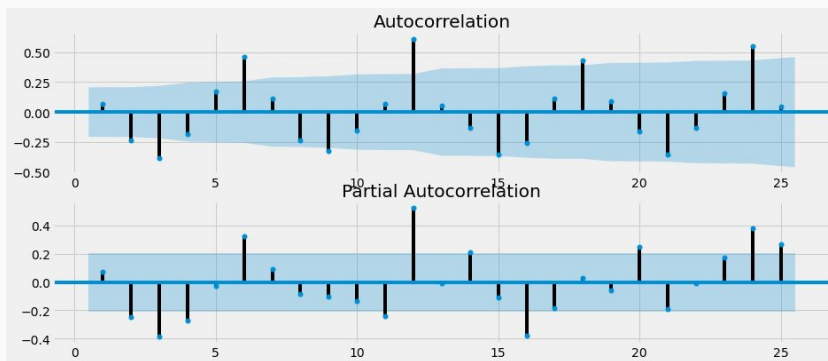
H_0 = non stationnaire

$p > 0.05$

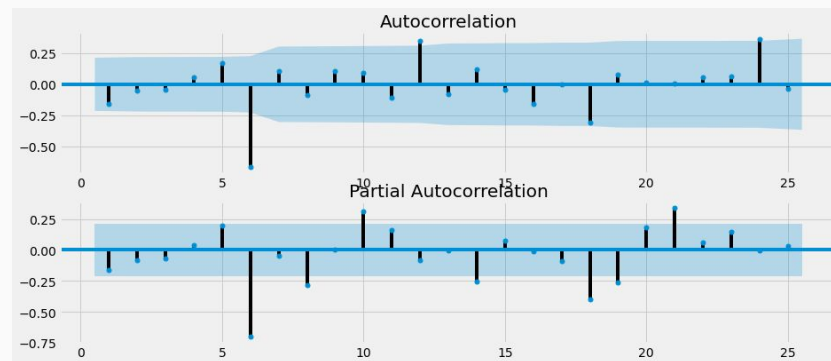
Pas de rejet de H_0 , non stationnaire

Multiple pics de consommation mensuel par an

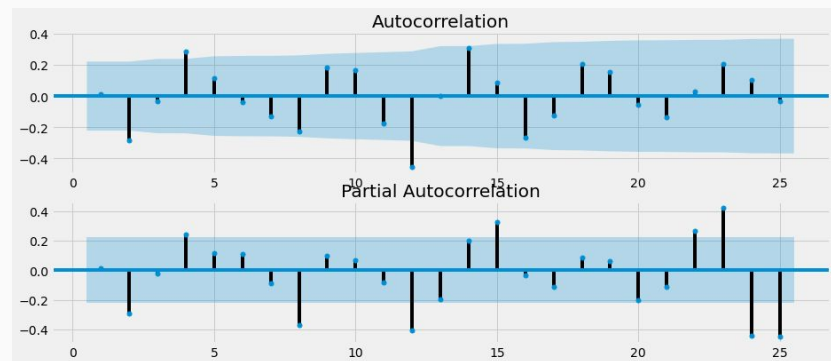
SAISONNALITÉ



diff(6)



diff(12)



SAISONNALITÉ

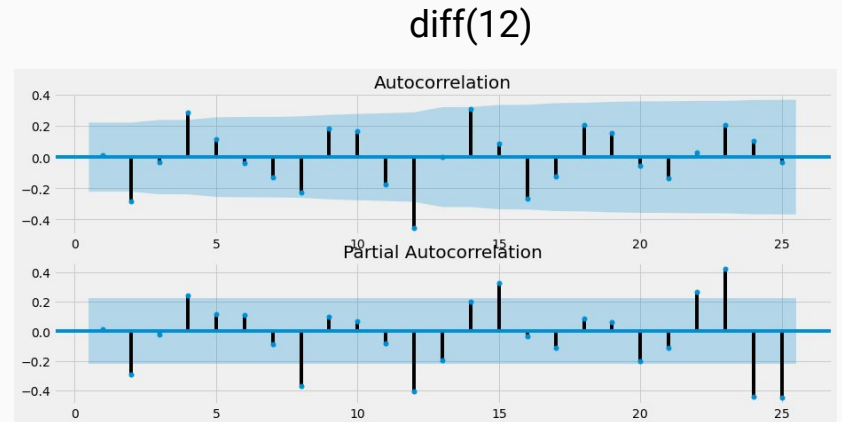
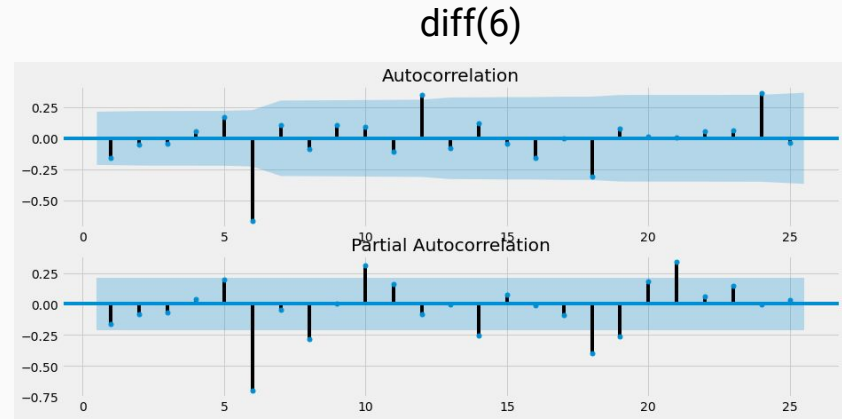
AD Fuller

H_0 = non stationnaire

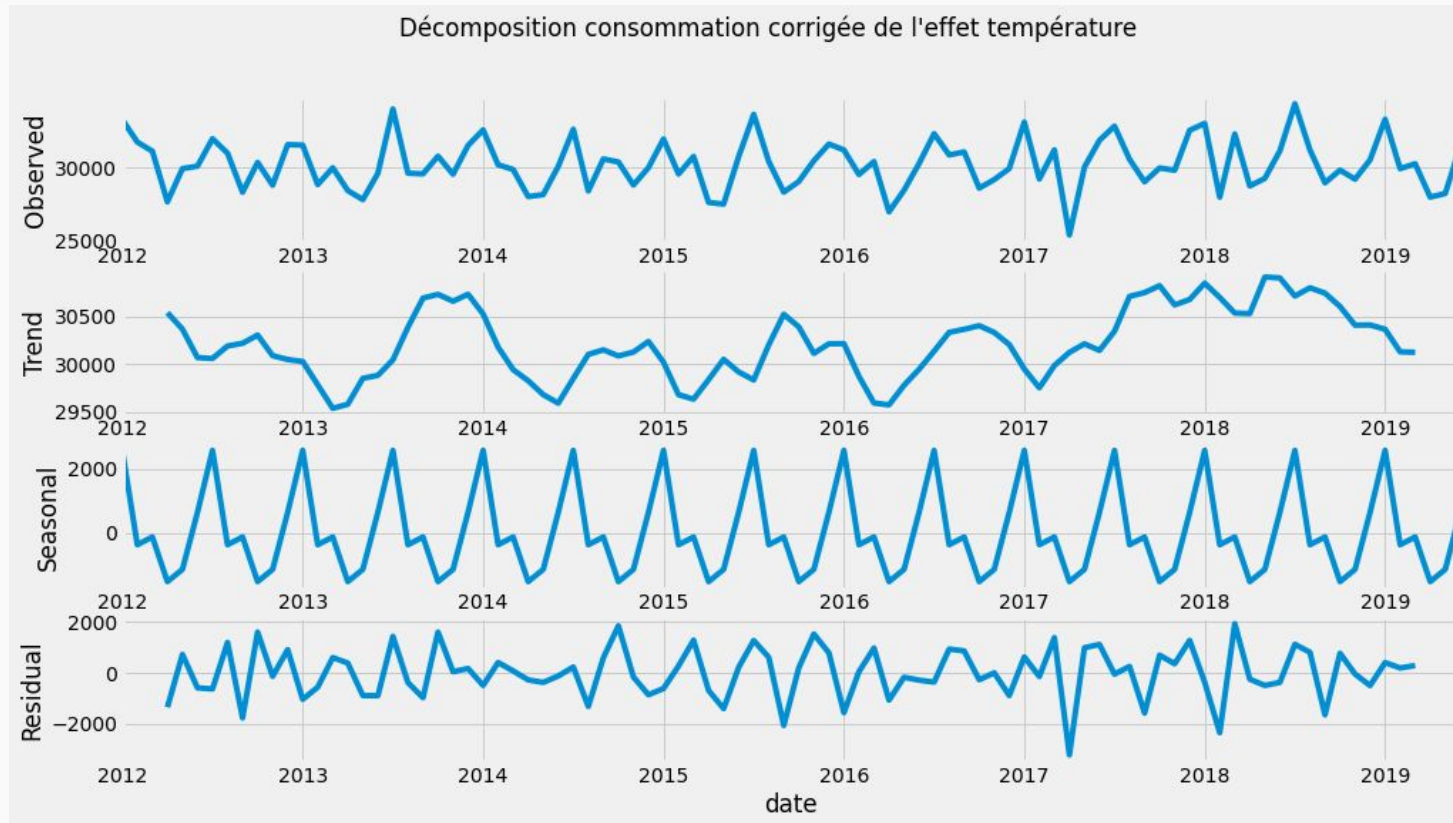
$p < 0.05$

Rejet de H_0 , stationnaire

Saisonnalité estimée à 6 mois, 1
différence



SAISONNALITÉ



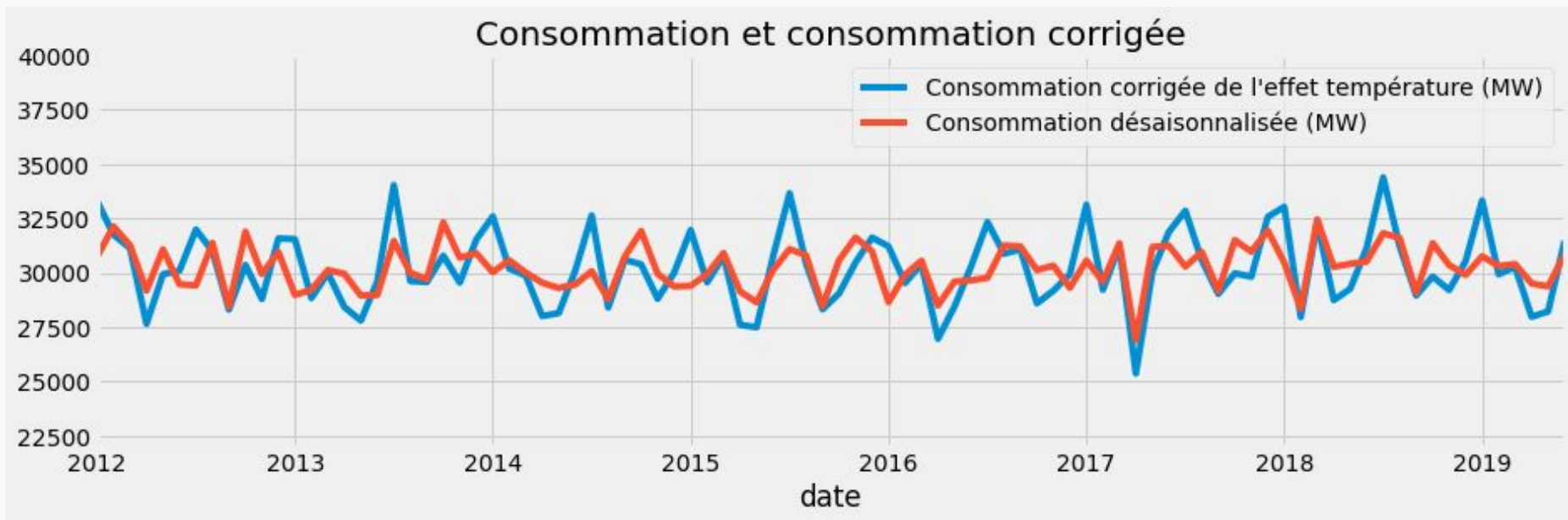
Additif

Contant

**Multiple pics de
consommation mensuel
par an**

CORRECTION VARIATIONS SAISONNIÈRES

Consommation CVS = Consommation corrigée effet température - composante saisonnière



QUESTIONS

1. Il y a t-il un effet température sur les données de consommation mensuelles dues au chauffage électrique ?

2. Il y a t-il une saisonnalité de la consommation mensuelle ?

-> OUI : hypothèse de 6 mois

3. Quelle est la meilleure modélisation pour une prédiction de la consommation mensuelle

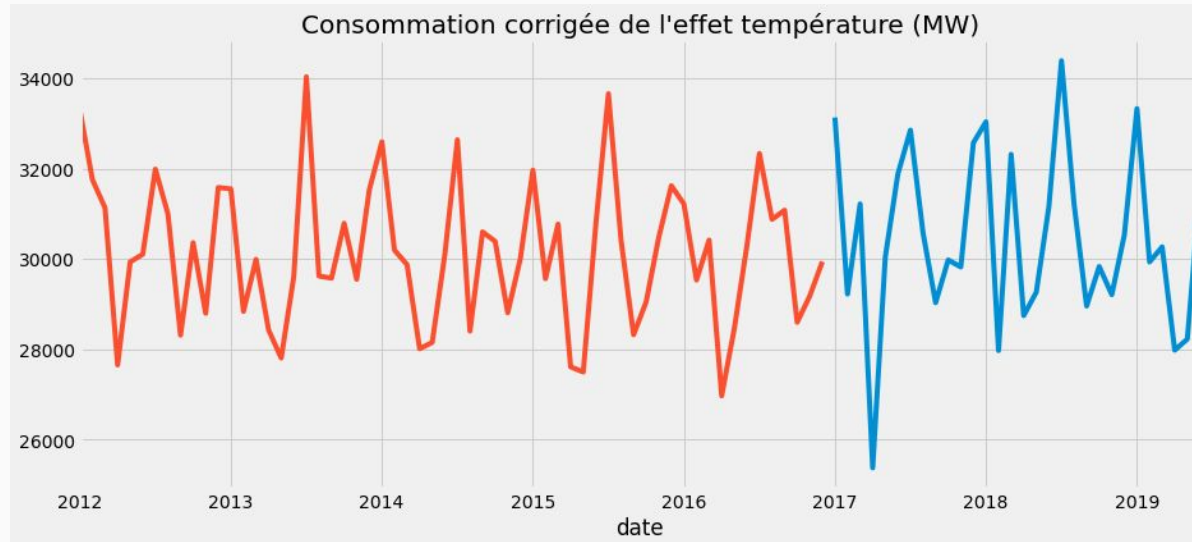
PRÉDICTIONS

Holt Winters

SARIMA

NN

Train, Test split 60 obs / 30 obs
Consommation corrigée effet température



Holt Winters



SARIMA

Scoring : RMSE et MAPE

- Lissage exponentiel
- Saisonnalité à 6 mois et 12 mois

HW 6 mois

- Recherche sur grille
- Saisonnalité à 6 mois et sur 12 mois
- Critère d'information d'Akaike (AIC)

SARIMA (4,0,2)x(0,1,0,12), AIC (1329)

PRÉDICTIONS : paramètres

NN

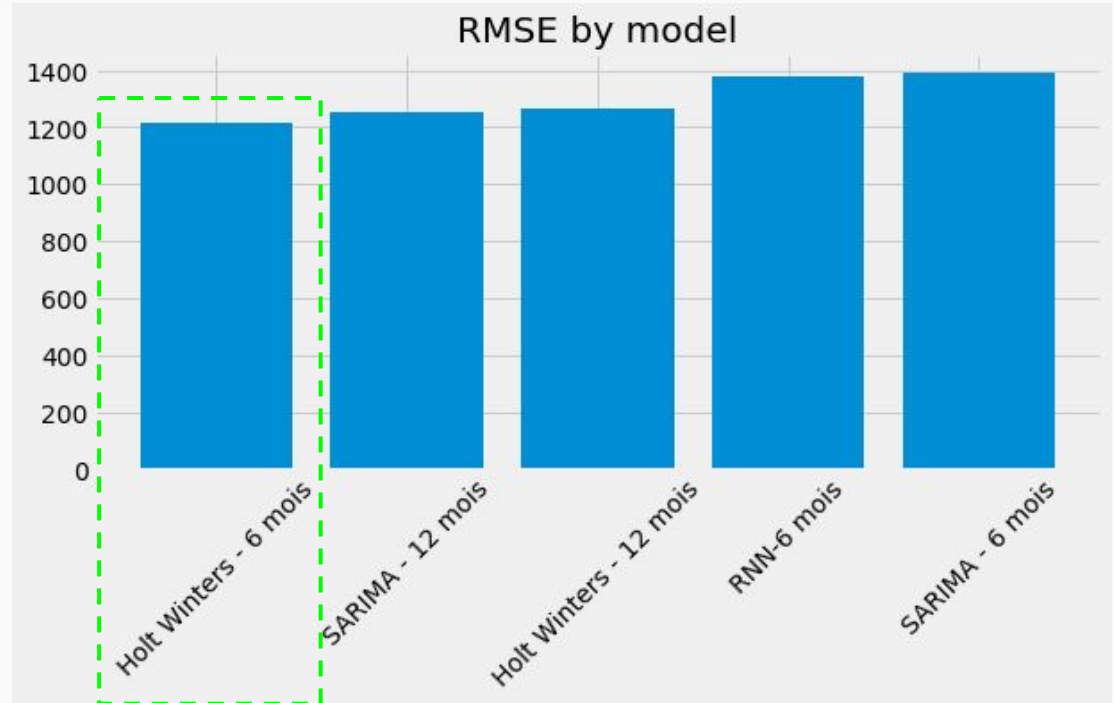


```
def build_RNN_model(hp):  
    model = tf.keras.models.Sequential()  
    model.add(tf.keras.layers.SimpleRNN(  
        hp.Int('units_1',min_value=32, max_value=256, step=32),  
        input_shape=[None, 1],return_sequences=True)),  
  
    model.add(tf.keras.layers.SimpleRNN(  
        hp.Int('units_2',min_value=32, max_value=256, step=32),  
        input_shape=[None, 1],return_sequences=True)),  
  
    model.add(tf.keras.layers.SimpleRNN(  
        hp.Int('units_3',min_value=32, max_value=256, step=32),  
        input_shape=[None, 1],return_sequences=True)),  
  
    model.add(tf.keras.layers.SimpleRNN(  
        hp.Int('units_4',min_value=32, max_value=256, step=32))),  
  
    model.add(tf.keras.layers.Dropout(hp.Float('dropout', 0, 0.5, step=0.1, default=0.2))),  
  
    model.add(tf.keras.layers.Dense(1))  
  
    hp_learning_rate = hp.Choice('learning_rate', values=[1e-1,1e-2, 1e-3, 1e-4, 1e-5])  
  
    model.compile(loss="mse",  
        optimizer=tf.keras.optimizers.SGD(learning_rate=hp_learning_rate,momentum=0.9), metrics = ["mse"])  
    return model
```

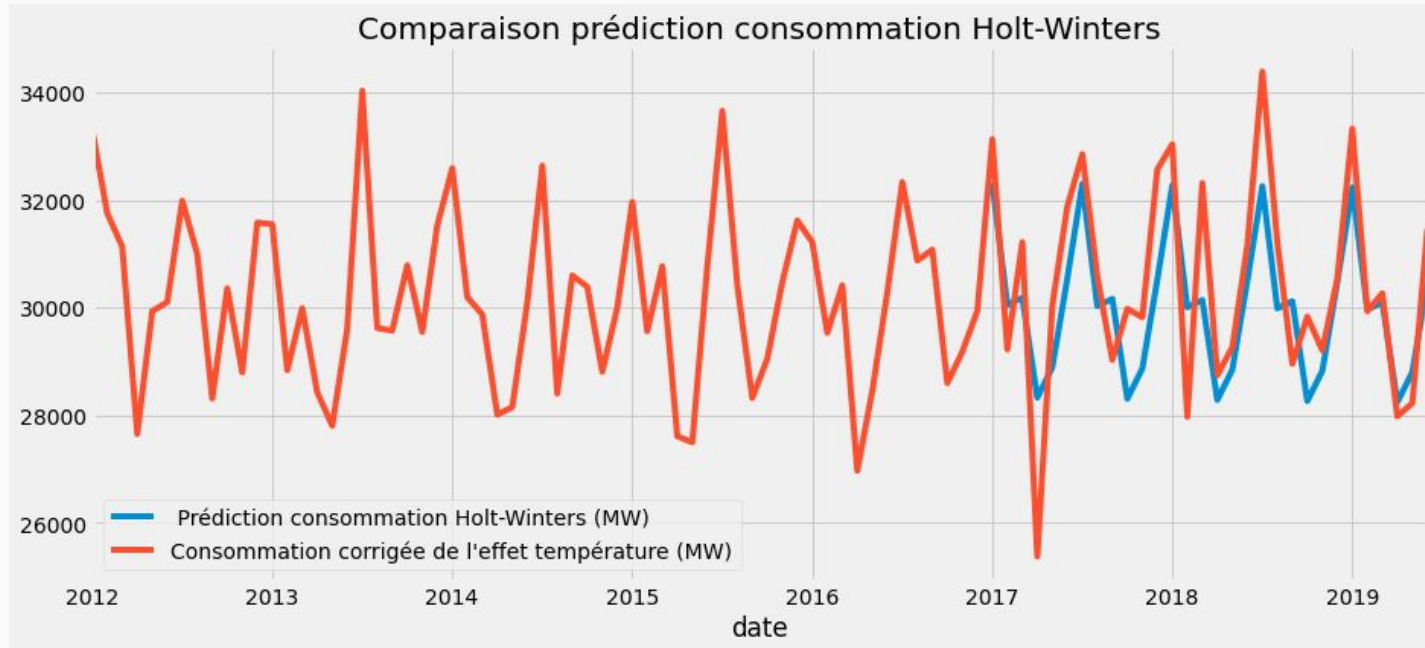
- CNN, RNN, LSTM
- Séquence 6 mois et 12 mois
- 3 couches RNN + Drop out + output
- Tuner Hyperband Keras (couches + lr)
- loss = rmse
- callbacks val_rmse

PERFORMANCES

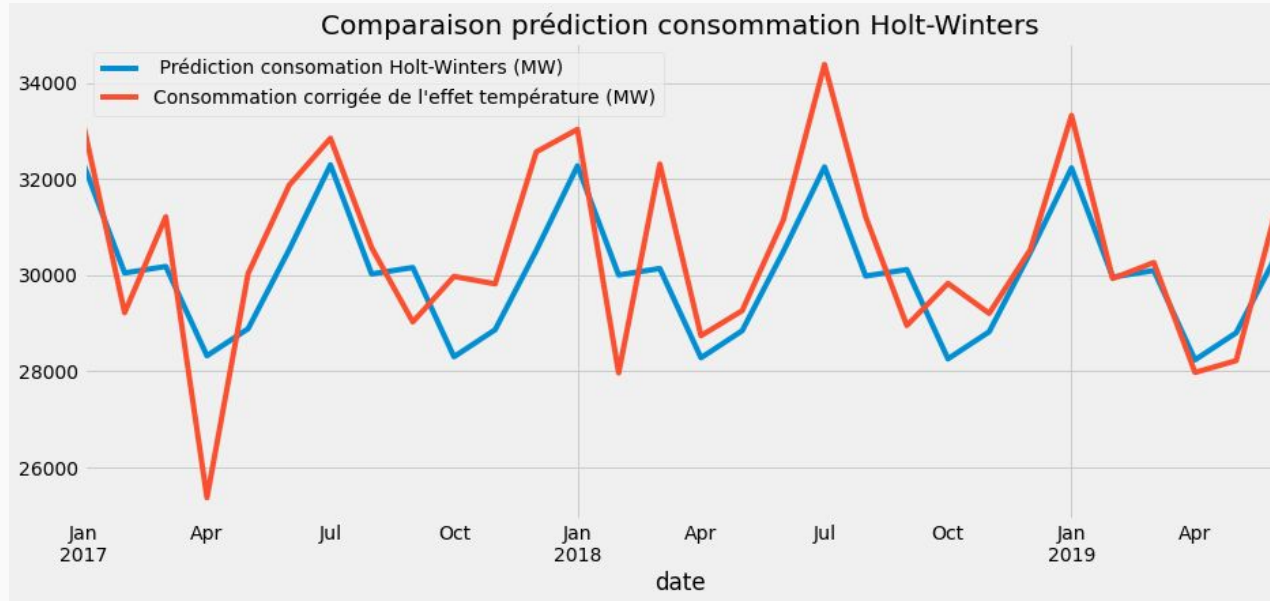
Model	RMSE	MAPE
0 Holt Winters - 6 mois	1212.278831	3.300000
1 SARIMA - 12 mois	1250.320847	3.460000
2 Holt Winters - 12 mois	1267.683605	3.620000
3 RNN-6 mois	1377.958922	3.410000
4 SARIMA - 6 mois	1393.075229	3.840000



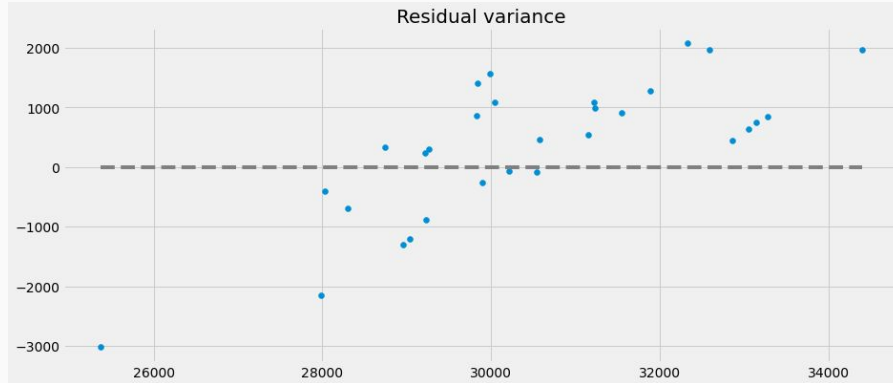
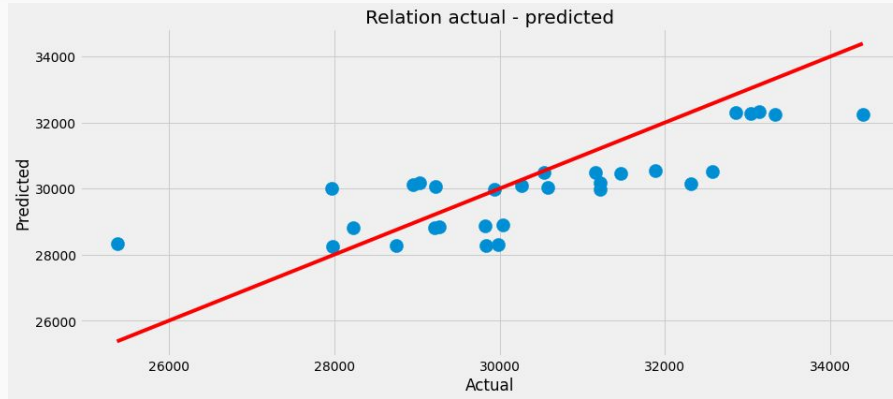
PRÉDICTIONS : évaluation modèle



PRÉDICTIONS : évaluation modèle



PRÉDICTIONS : évaluation modèle



Shapiro

H_0 = adhésion loi normale

$p > 0.05$

Pas de rejet de H_0 , adhésion loi normale.

QUESTIONS

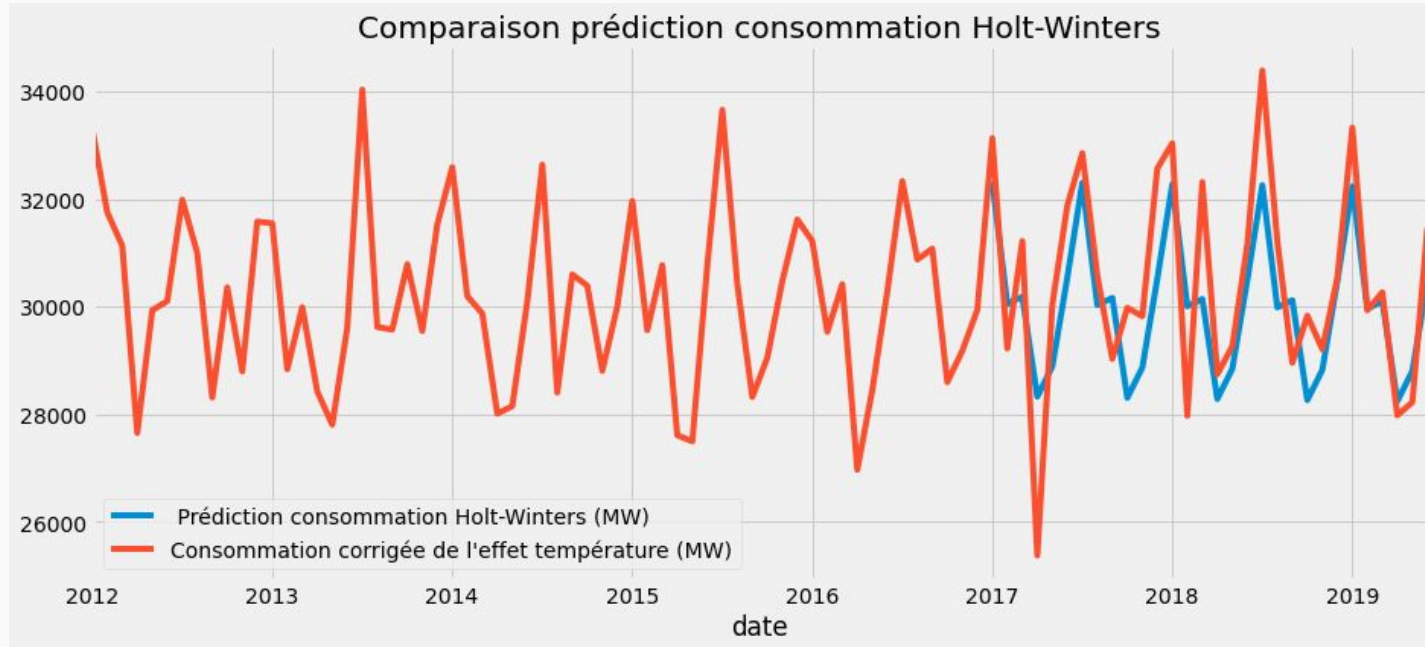
1. Il y a t-il un effet température sur les données de consommation mensuelles dues au chauffage électrique ?
2. Il y a t-il une saisonnalité de la consommation mensuelle ?
3. **Quelle est la meilleure modélisation pour une prédiction de la consommation mensuelle**

Holt Winter 6 mois est le meilleur modèle disponible.

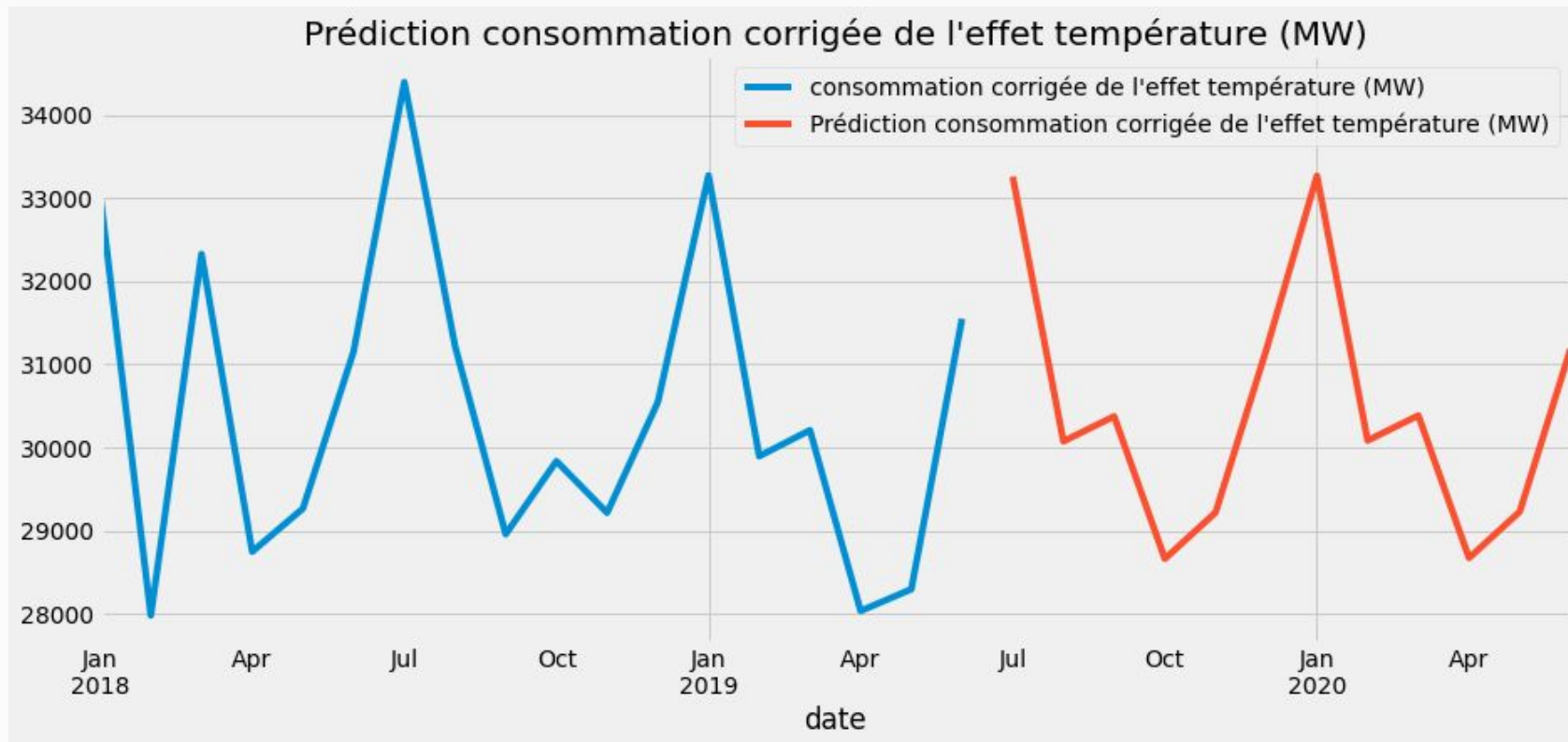
CONCLUSION

CONCLUSION

HOLT WINTERS 6 mois



HOLT WINTERS



Holt Winters 6 mois est le meilleur modèle disponible, mais :

- prédiction consommation corrigée de l'effet température
- consommation finale dépend de paramètres comme la météo (température, luminosité, etc.)

MERCI !



@xavbarbier



<https://www.linkedin.com/in/barbierxavier/>



<https://github.com/xavierbarbier/>



contact@xavierbarbier.com