

# ATELIER SERIES TEMPORELLES : TIME SERIES ANALYSIS



sas

# INTRODUCTION

*I – Procédure automatisée : intervention minimale de l'utilisateur*

- a) Une première approche de Time Series Analysis*
- b) Analyse des résultats obtenus*
- c) L'enregistrement des résultats*

*II – Procédure contrôlée : intervention forte de l'utilisateur*

- a) Les modèles de lissage exponentiel*
- b) Les modèles ARIMA de Box-Jenkins*
- c) Des modèles plus personnalisés*

*III – D'autres procédures sous SAS ...*

- a) La PROC UCM*
- b) La PROC TIMESERIES*
- c) La PROC ESM*

# Le modèle Airline



# Le modèle Airline

- ❖ Cette base de données correspond à la modélisation du nombre de passagers des vols aériens aux Etats-Unis. Il s'agit de données mensuelles, observées de janvier 1949 à décembre 1960.
- ❖ Box et Jenkins ont modélisé cette série (en log) au moyen d'une  $SIMA(1,1) \times (1,1)$  de span 12.
- ❖ Il s'agit d'un des modèles saisonniers les plus connus, appelé également « Airline Model ».

# PLAN

*I – Procédure automatisée : intervention minimale de l'utilisateur*

***a) Une première approche de Time Series Analysis***

*b) Analyse des résultats obtenus*

*c) L'enregistrement des résultats*

*II – Procédure contrôlée : intervention forte de l'utilisateur*

*a) Les modèles de lissage exponentiel*

*b) Les modèles ARIMA de Box-Jenkins*

*c) Des modèles plus personnalisés*

*III – D'autres procédures sous SAS ...*

*a) La PROC UCM*

*b) La PROC TIMESERIES*

*c) La PROC ESM*

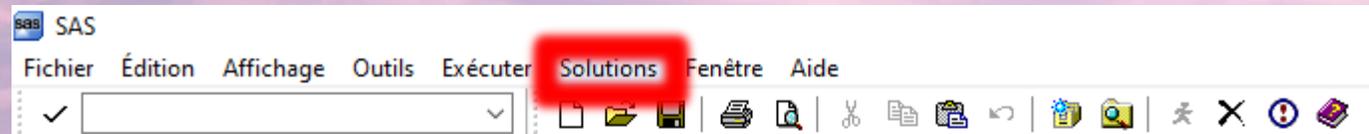
# I – Procédure automatique

## Remarques générales:

- Avant d'appliquer la procédure Time Series Analysis, notre table de données doit obligatoirement être présente dans notre environnement SAS, et contenir un identifiant (ID) sous un format date.
- Il existe deux méthodes d'appel de notre procédure : soit manuellement, soit via l'instruction globale dm « forecast » .

SAS

Fichier Édition Affichage Outils Exécuter Solutions Fenêtre Aide

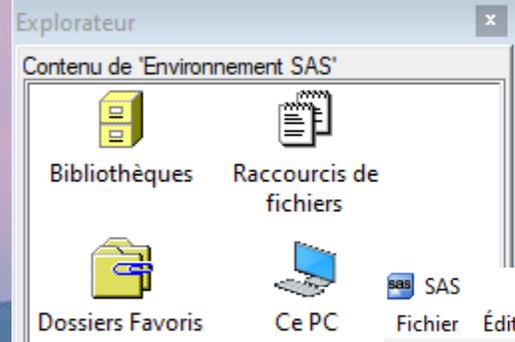


Explorateur

Contenu de 'Environnement SAS'

Bibliothèques Raccourcis de fichiers

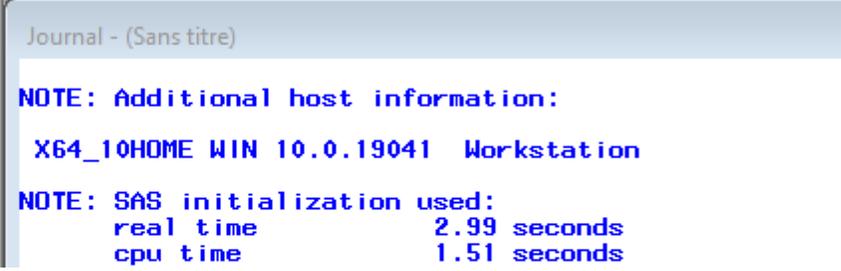
Dossiers Favoris Ce PC



Journal - (Sans titre)

NOTE: Additional host information:  
X64\_10HOME WIN 10.0.19041 Workstation

NOTE: SAS initialization used:  
real time 2.99 seconds  
cpu time 1.51 seconds



SAS

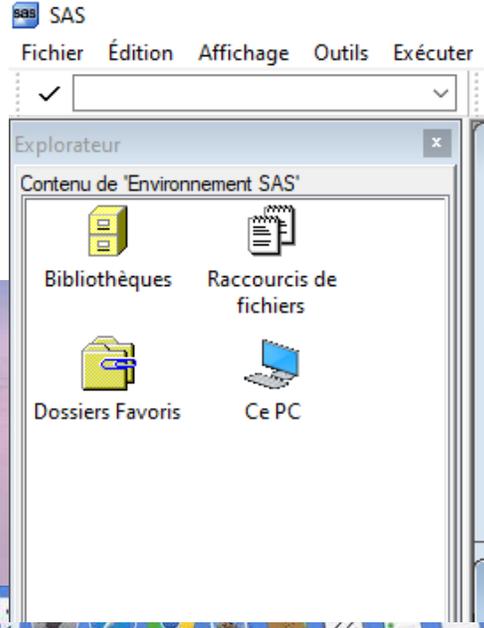
Fichier Édition Affichage Outils Exécuter Solutions Fenêtre Aide

Explorateur

Contenu de 'Environnement SAS'

Bibliothèques Raccourcis de fichiers

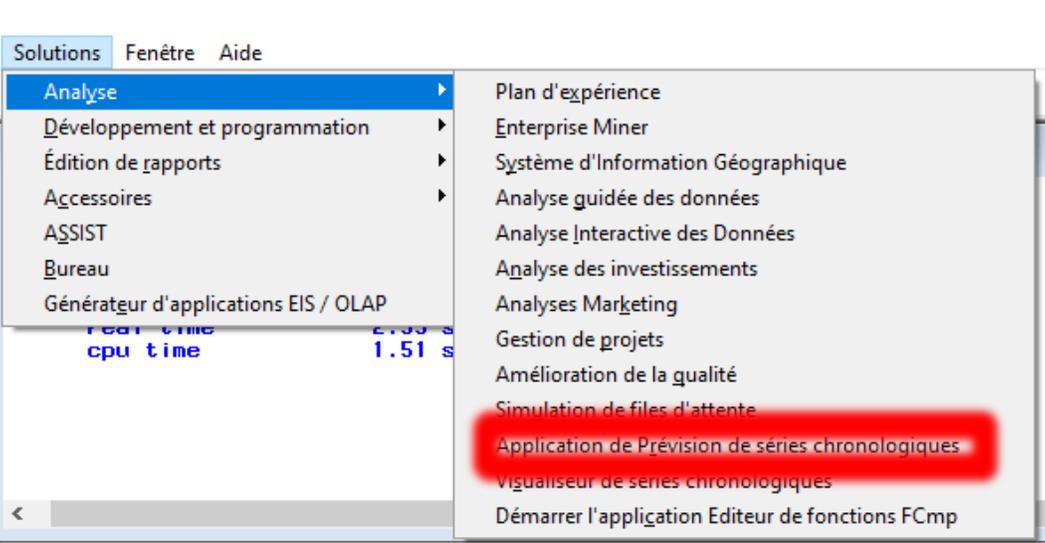
Dossiers Favoris Ce PC



Solutions

- Analyse
- Développement et programmation
- Édition de rapports
- Accessoires
- ASSIST
- Bureau
- Générateur d'applications EIS / OLAP

- Plan d'expérience
- Enterprise Miner
- Système d'Information Géographique
- Analyse guidée des données
- Analyse Interactive des Données
- Analyse des investissements
- Analyses Marketing
- Gestion de projets
- Amélioration de la qualité
- Simulation de files d'attente
- Application de Prédiction de séries chronologiques
- Visualiseur de séries chronologiques
- Démarrer l'application Editeur de fonctions FCmp



Editeur - sans titre1



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Explorateur

Contenu de 'Environnement SAS'

Bibliothèques Raccourcis de fichiers

Dossiers Favoris Ce PC

Time Series Forecasting

Project: SASUSER.FMSPROJ.PROJ3 Browse...

Description:

Data Set: Browse... Create...

Time ID: Select...

Interval: Specify...

Develop Models Fit Models Automatically

Produce Forecasts Manage Projects

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Explorateur

Contenu de 'Environnement SAS'

Bibliothèques Raccourcis de fichiers

Dossiers Favoris Ce PC

Data Set Selection

Library: WORK

Data Set:

Libraries		SAS Data Sets	
MAPS	V9	C:\Program Files\SASHome	
MAPSGFK	V9	C:\Program Files\SASHome	
MAPSSAS	V9	C:\Program Files\SASHome	
SASHELP	V9	C:\Program Files\SASHome	
SASUSER	V9	C:\Users\jenny\OneDrive\	
WORK	V9	C:\Users\jenny\AppData\Local	

Time ID: Select... Create...

Interval: Specify...

OK Cancel Table Reset Refresh Help

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 Data Set Selection

The image displays the SAS software interface with several windows open. The main window is titled "Time Series Forecasting" and contains the following fields:

- Project: SASUSER.FMSPROJ.PROJ3
- Description: (empty)
- Data Set: WORK.AIRLINE
- Time ID: DATE
- Interval: MONTH

Buttons for "Browse...", "Select...", "Specify...", and "Create..." are visible. Below these fields are tabs for "Develop Models", "Fit Models", "Produce Forecasts", and "Manage".

A "Series Selection" dialog box is open in the foreground, showing:

- Library: WORK
- Data Set: AIRLINE
- Variable: (empty)

The "Libraries" list includes:

Library	Version	Path
MAPS	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
MAPSGFK	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
MAPSSAS	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
SASHELP	V9	C:\Program Files\SASHome
SASUSER	V9	C:\Users\jenny\OneDrive\Doc
WORK	V9	C:\Users\jenny\AppData\Loca

The "SAS Data Sets" list includes:

SAS Data Set
AIRLINE

The "Time Series Variables" list includes:

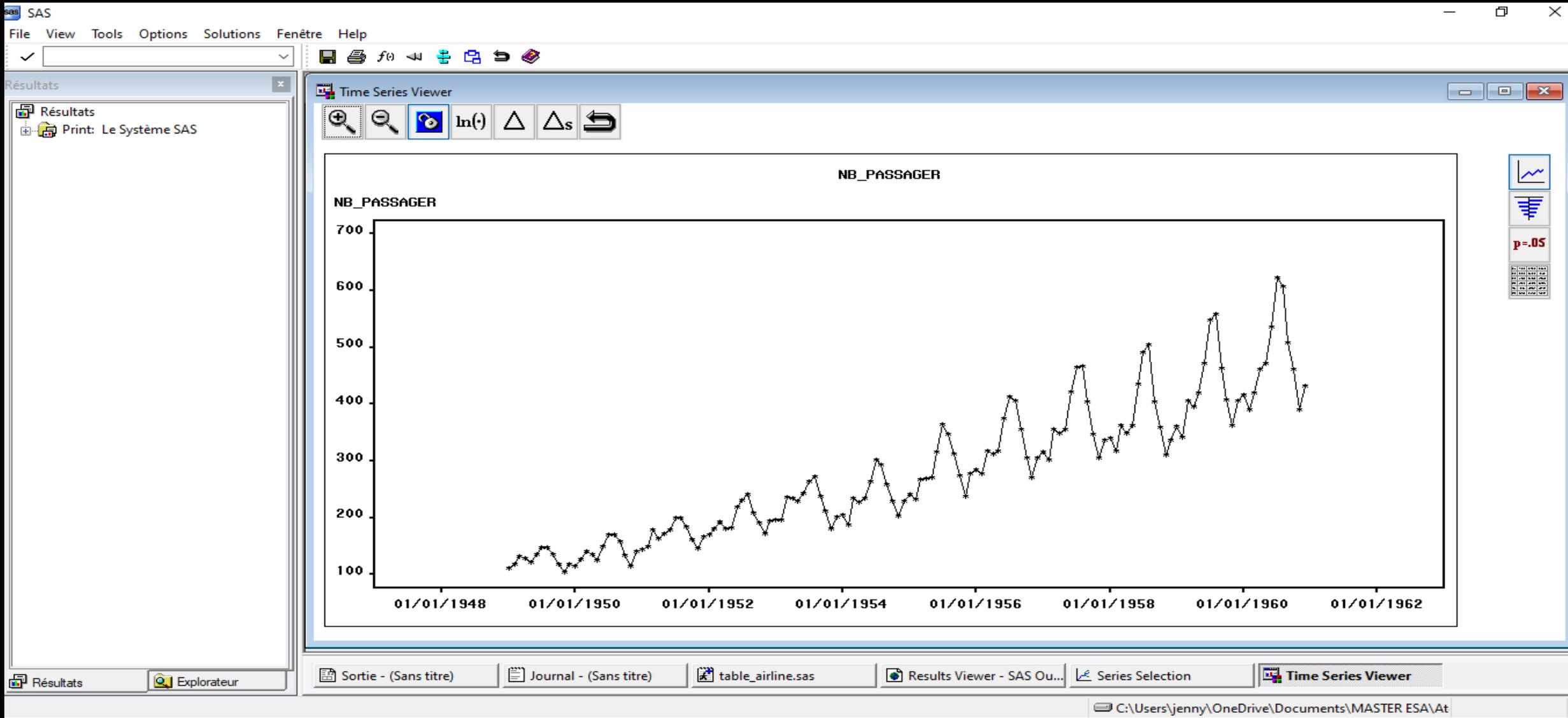
- date
- nb\_passager

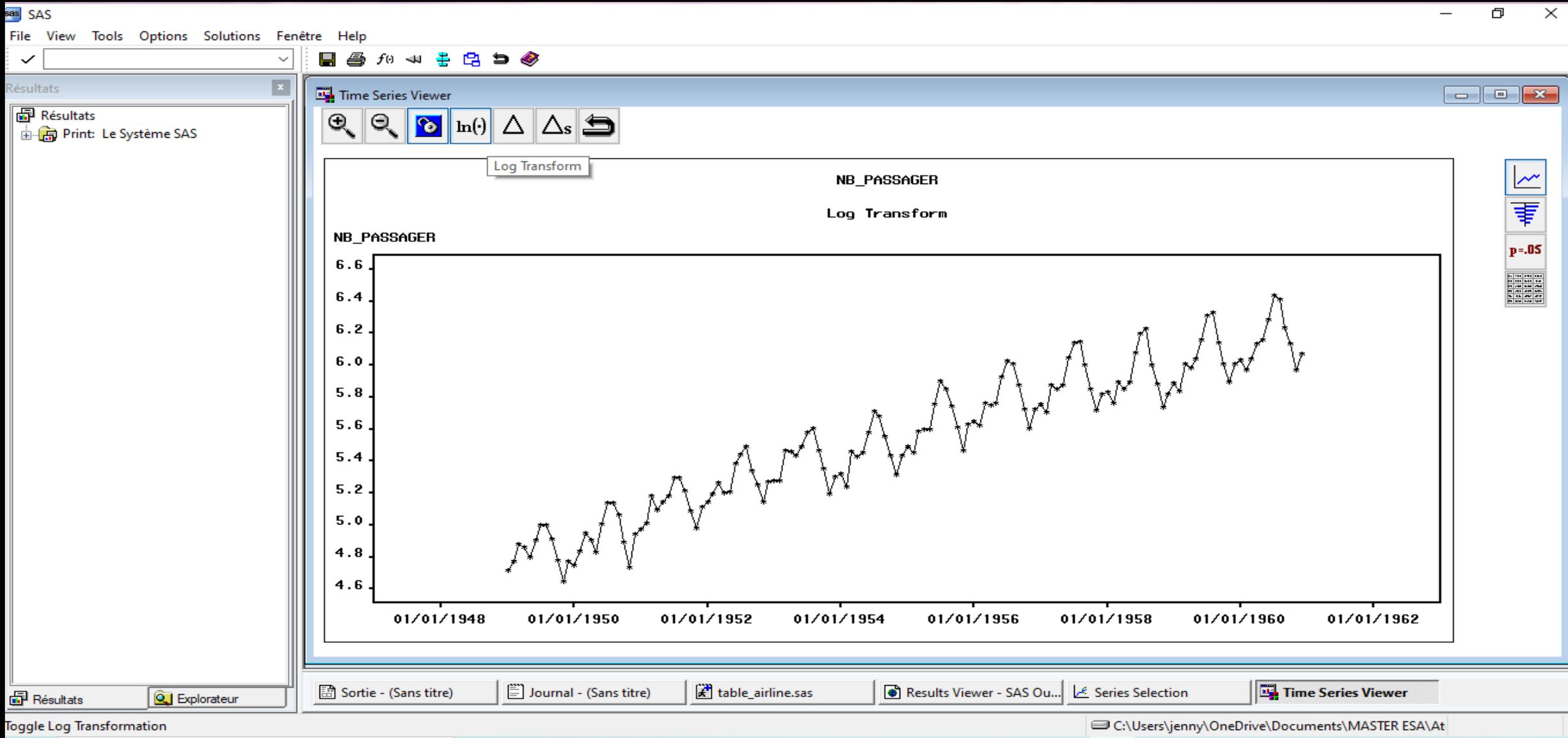
Buttons for "Graph", "Reset", "Refresh", "Close", and "Help" are at the bottom of the dialog.

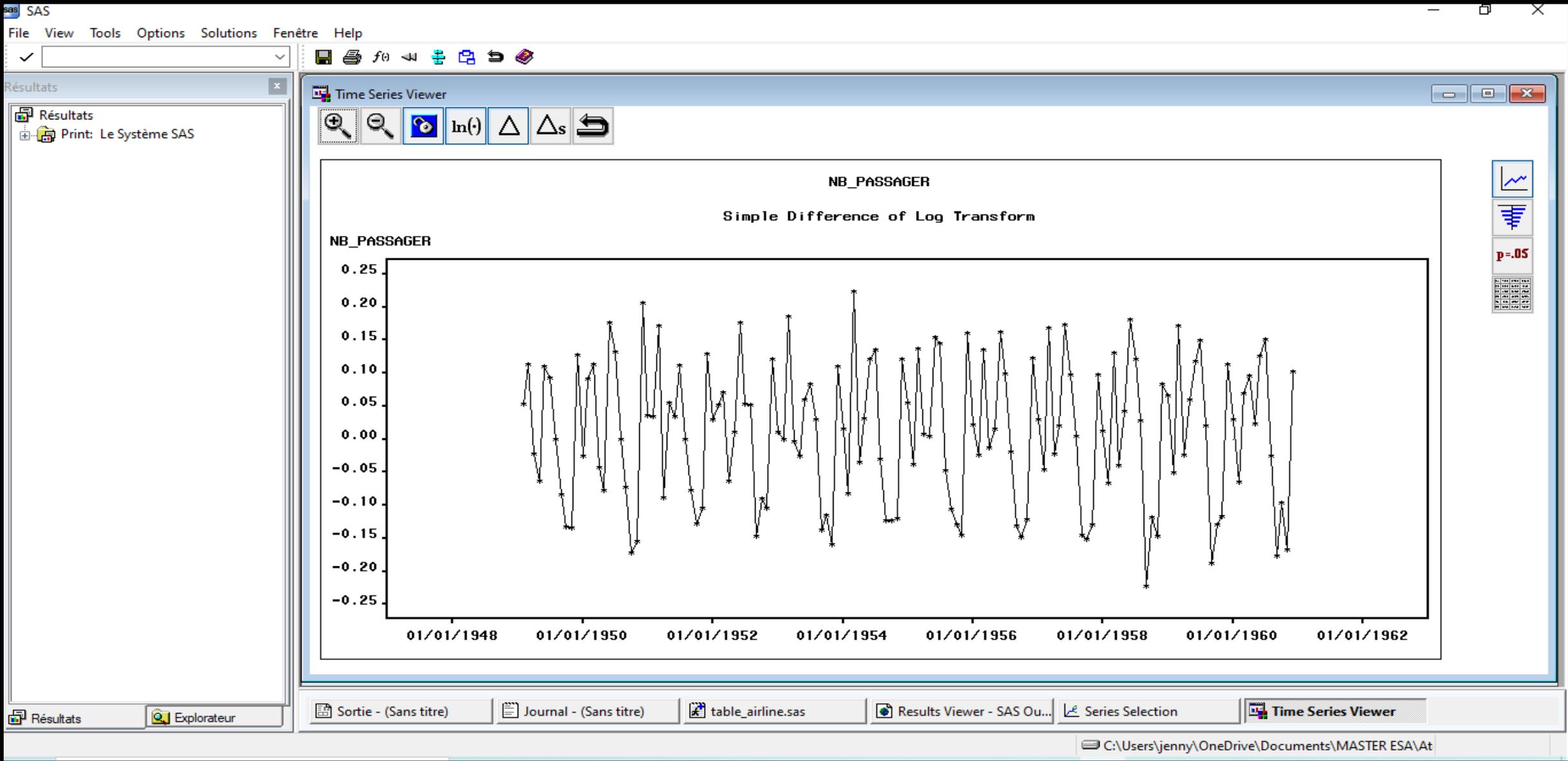
The background window shows a code editor with the following code:

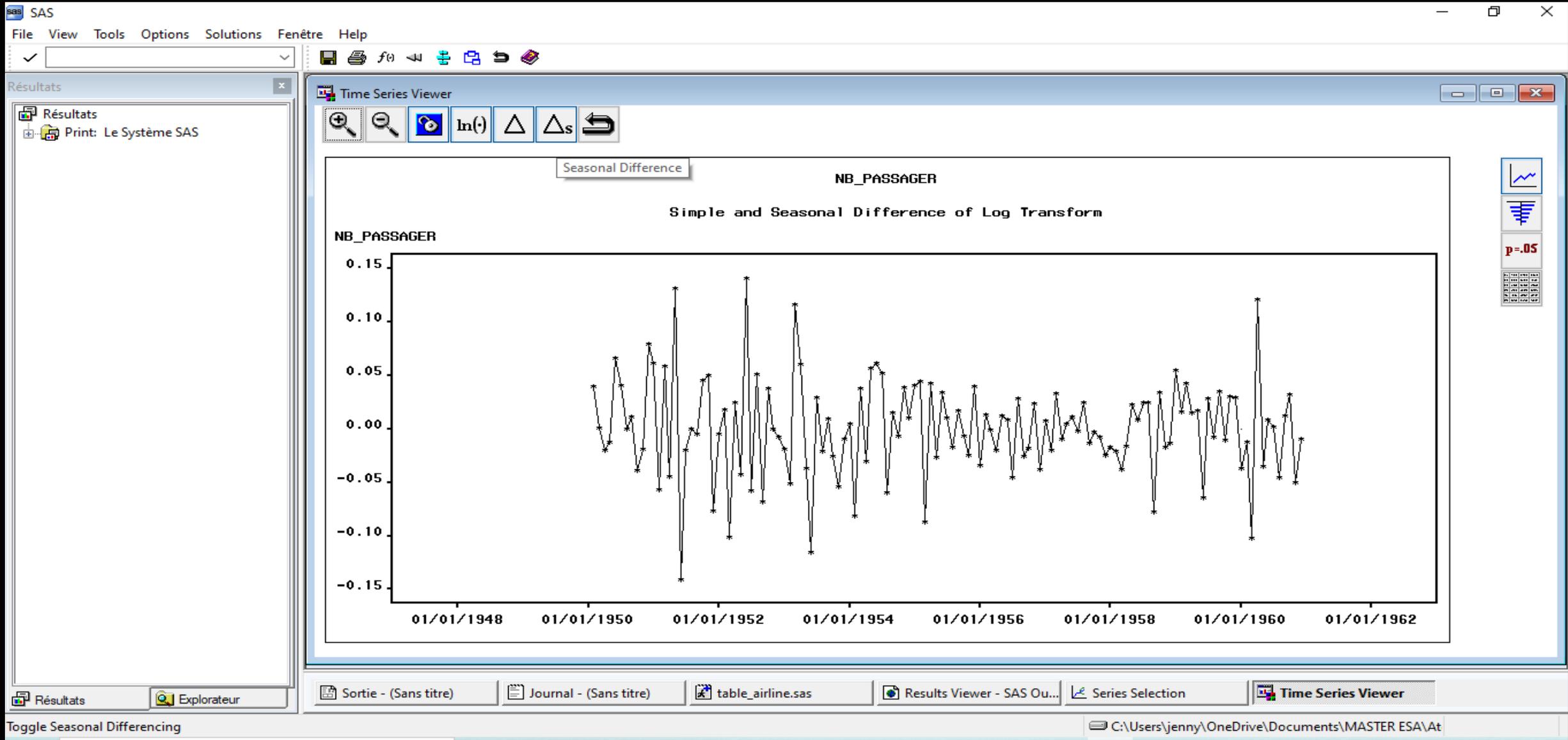
```
format date = mmmyy.;  
run;  
proc print;run;
```

The taskbar at the bottom shows icons for SAS, Explorer, and other applications. The system tray shows the date and time.









SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats  
Print: Le Système SAS

Time Series Viewer

Autocorrelation Plots  
NB\_PASSAGER  
Simple Difference of Log Transform

Autocorrelations Partial Autocorrelations Inverse Autocorrelations

Correlation Coefficients

Correlation Coefficients

Correlation Coefficients

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Series Selection Time Series Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats  
Print: Le Système SAS

Time Series Viewer

White Noise and Stationarity Test Probabilities  
NB\_PASSAGER  
Simple and Seasonal Difference of Log Transform

White Noise Tests

Unit Root Tests

Seasonal Root Tests

Significance Probabilities

Significance Probabilities

Significance Probabilities

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Series Selection Time Series Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Time Series Viewer

NB\_PASSAGER  
Simple and Seasonal Difference of Log Transform

nb_passager	date
.	01/01/1949
.	01/02/1949
.	01/03/1949
.	01/04/1949
.	01/05/1949
.	01/06/1949
.	01/07/1949
.	01/08/1949
.	01/09/1949
.	01/10/1949
.	01/11/1949
.	01/12/1949
.	01/01/1950
0.0392	01/02/1950
0.000361	01/03/1950
-0.0205	01/04/1950
-0.0129	01/05/1950
0.0661	01/06/1950
0.0399	01/07/1950
0	01/08/1950
0.0114	01/09/1950
-0.0387	01/10/1950

Sortie - (Sans titre) | Journal - (Sans titre) | table\_airline.sas | Results Viewer - SAS Ou... | Series Selection | Time Series Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Time Series Forecasting

Project: SASUSER.FMSPROJ.PROJ3 Browse...

Description: \_\_\_\_\_

Data Set: WORK.AIRLINE Browse...

Time ID: DATE Select... Create...

Interval: MONTH Specify...

Develop Models **Fit Models Automatically** Close

Produce Forecasts Manage Projects

```
format date .ddmmyy.;
run;
proc print;run;
```

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Time Series

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Automatic Model Fitting

Project: SASUSER.FMSPROJ.PROJ3

Input Data Set: WORK.AIRLINE Browse...

Time ID: DATE Select... Create...

Interval: MONTH Specify...

Series to Process: 1: NB\_PASSAGER Select...

Selection Criterion: Root Mean Square Error **Select...**

Run Models Fit Close

```
format date .ddmmyy.;
run;
proc print;run;
```

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Automatic Model Fitti...



C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

# PLAN

*I – Procédure automatisée : intervention minimale de l'utilisateur*

*a) Une première approche de Time Series Analysis*

***b) Analyse des résultats obtenus***

*c) L'enregistrement des résultats*

*II – Procédure contrôlée : intervention forte de l'utilisateur*

*a) Les modèles de lissage exponentiel*

*b) Les modèles ARIMA de Box-Jenkins*

*c) Des modèles plus personnalisés*

*III – D'autres procédures sous SAS ...*

*a) La PROC UCM*

*b) La PROC TIMESERIES*

*c) La PROC ESM*

# Le critère de la MSE

- La MSE ou Mean Square Error est la moyenne arithmétique des carrés des écarts entre les prévisions du modèle et les observations.
- La méthode est fondée sur la nullité de la moyenne des résidus, mais la moyenne de leurs carrés n'est généralement pas nulle. Si les estimateurs sont sans biais, cette moyenne des carrés n'est autre que la variance résiduelle de nos prévisions.

SAS Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Automatic Model Fitting

Project: SASUSER\_EMSPRO1\_PRO14

Model Selection Criterion

- Sum of Square Error
- Mean Square Error
- Root Mean Square Error
- Mean Absolute Error
- Mean Absolute Percent Error
- Akaike Information Criterion
- Schwarz Bayesian Information Criterion
- R-Square
- Adjusted R-Square
- Random Walk R-Square
- Ameniya's Adjusted R-Square
- Ameniya's Prediction Criterion

Buttons: Browse..., Create..., Select..., Select...

Buttons: Show subset, Show all

Buttons: OK, Cancel, Help

```
run;  
proc print;run;
```

SAS Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Automatic Model Fitting

Project: SASUSER\_EMSPRO1\_PRO14

Automatic Model Fitting

NOTE:

Models will be fit automatically for 1 series.

Buttons: OK, Cancel

Buttons: Run, Models Fit, Close

```
format date yymmdd10.;  
run;  
proc print;run;
```

ST\Data.csv" dlm=";" firstobs=2;



SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats

Print: Le Système SAS

Automatic Model Fitting Results

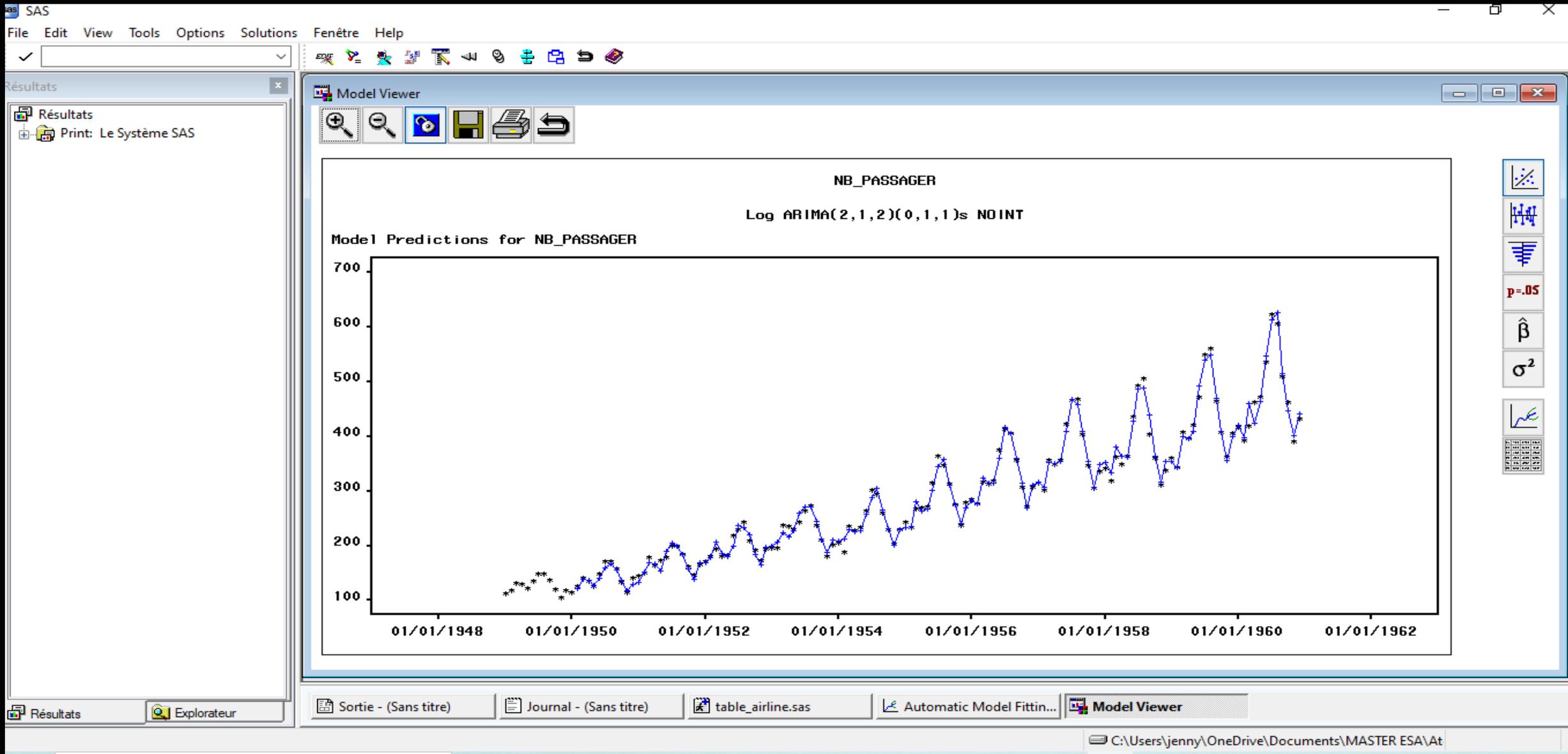
Series Name	Model Label	Root Mean Square Error	Mean Absolute Percent Error	Mean Absolute Error	R-Square
NB_PASSAGER	Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1) <sub>s</sub> NOINT	10.54886	2.83808	7.85673	0.99150

Graph Stats Compare Save Print Close Help

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Automatic Model Fitti...

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At



SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Model Viewer

NB\_PASSAGER

Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1)s NOINT

Prediction errors

40  
30  
20  
10  
0  
-10  
-20  
-30  
-40  
-50

01/01/1948 01/01/1950 01/01/1952 01/01/1954 01/01/1956 01/01/1958 01/01/1960 01/01/1962

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats  
Print: Le Système SAS

Model Viewer

Prediction Error Autocorrelation Plots  
NB\_PASSAGER  
Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1)s NOINT

Autocorrelations

Partial Autocorrelations

Inverse Autocorrelations

Correlation Coefficients

Correlation Coefficients

Correlation Coefficients

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats  
Print: Le Système SAS

Model Viewer

Prediction Error White Noise/Stationarity Test Probabilities  
NB\_PASSAGER  
Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1)s NOINT

White Noise Tests

Significance Probabilities

Unit Root Tests

Significance Probabilities

Seasonal Root Tests

Significance Probabilities

Sortie - (Sans titre) | Journal - (Sans titre) | table\_airline.sas | Results Viewer - SAS Ou... | Automatic Model Fittin... | **Model Viewer**

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats  
Print: Le Système SAS

Model Viewer

Parameter Estimates  
NB\_PASSAGER  
Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1)s NOINT

Model Parameter	Estimate	Std. Error	T	Prob> T
Moving Average, Lag 1	0.95552	0.3944	2.4227	0.0168
Moving Average, Lag 2	0.00846	0.3609	0.0234	0.9813
Seasonal Moving Average, Lag 12	0.55756	0.0896	6.2201	<.0001
Autoregressive, Lag 1	0.54944	0.3802	1.4450	0.1509
Autoregressive, Lag 2	0.25286	0.2643	0.9568	0.3405
Model Variance (sigma squared)	0.00136	.	.	.

Fit Range: JAN1949 to DEC1960

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Model Viewer

Statistics of Fit

NB\_PASSAGER

Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1)s NOINT

Statistic of Fit	Value
Mean Square Error	111.27843
Root Mean Square Error	10.54886
Mean Absolute Percent Error	2.83808
Mean Absolute Error	7.85673
R-Square	0.991

Evaluation Range: JAN1949 to DEC1960

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

17:35

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Model Viewer

NB\_PASSAGER

Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1)s NOINT

Forecasts for NB\_PASSAGER

800  
700  
600  
500  
400  
300  
200  
100

01/01/1948 01/01/1950 01/01/1952 01/01/1954 01/01/1956 01/01/1958 01/01/1960 01/01/1962

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats  
Print: Le Système SAS

Model Viewer

Forecast Data Set  
NB\_PASSAGER  
Log ARIMA(2,1,2)(0,1,1)<sub>s</sub> NOINT

DATE	ACTUAL	PREDICT	U95	L95	ERROR	NERROR	RESIDUAL	RESSTD	NRESID
01/02/1961	.	426.6065	463.9968	392.2292	.	.	.	.	.
01/03/1961	.	481.3414	529.3349	437.6994	.	.	.	.	.
01/04/1961	.	495.7988	549.2095	447.5822	.	.	.	.	.
01/05/1961	.	513.5002	572.0730	460.9245	.	.	.	.	.
01/06/1961	.	589.3528	659.4854	526.6784	.	.	.	.	.
01/07/1961	.	677.7775	761.1362	603.5482	.	.	.	.	.
01/08/1961	.	675.5655	760.8652	599.8286	.	.	.	.	.
01/09/1961	.	565.8363	638.8343	501.1796	.	.	.	.	.
01/10/1961	.	504.4094	570.6622	445.8485	.	.	.	.	.
01/11/1961	.	436.4019	494.6054	385.0476	.	.	.	.	.
01/12/1961	.	484.7745	550.2915	427.0580	.	.	.	.	.

Sortie - (Sans titre) | Journal - (Sans titre) | table\_airline.sas | Results Viewer - SAS Ou... | Automatic Model Fittin... | Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

# Le critère AIC

- Le critère de l'AIC s'applique aux modèles estimés par une méthode du maximum de vraisemblance. Il est défini par :

$$\text{AIC} = -2\log L + 2k$$

où  $L$  est la vraisemblance maximisée et  $k$  le nombre de paramètres dans le modèle.

- Il a tendance à sur-estimer l'ordre vrai du modèle, et représente un compromis entre le biais et la parcimonie.

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Automatic Model Fitting

Project: SASUSER\_EMSPROJ\_PROJ14

Model Selection Criterion

- Sum of Square Error
- Mean Square Error
- Root Mean Square Error
- Mean Absolute Error
- Mean Absolute Percent Error
- Akaike Information Criterion**
- Schwarz Bayesian Information Criterion
- R-Square
- Adjusted R-Square
- Random Walk R-Square
- Amemiya's Adjusted R-Square
- Amemiya's Prediction Criterion

Buttons: Browse..., Create..., Select..., Select..., Close

Radio buttons: Show subset, Show all

Buttons: OK, Cancel, Help

```
proc print; run;
proc print; run;
```

ST\Data.csv" dlm=";" firstobs=2;

Sortie - (Sans titre) | Journal - (Sans titre) | table\_airline.sas | Results Viewer - SAS Ou... | Model Selection Criter...

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Print: Le Système SAS

### Automatic Model Fitting Results

Series Name	Model Label	Root Mean Square Error	Mean Absolute Percent Error	Mean Absolute Error	R-Square
NB_PASSAGER	Log Airline Model	10.71478	2.92395	8.15690	0.99123

Graph Stats Compare Save Print Close Help

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fitti...

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Model Viewer

NB\_PASSAGER

Log Airline Model

Model Predictions for NB\_PASSAGER

Date	NB_PASSAGER (Predicted)
01/01/1948	100
01/01/1950	150
01/01/1952	200
01/01/1954	250
01/01/1956	300
01/01/1958	350
01/01/1960	400
01/01/1962	450

Sortie - (Sans titre) | Journal - (Sans titre) | table\_airline.sas | Results Viewer - SAS Ou... | Automatic Model Fittin... | Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats

Print: Le Système SAS

Model Viewer

Prediction Error White Noise/Stationarity Test Probabilities

NB\_PASSAGER

Log Airline Model

White Noise Tests

Unit Root Tests

Seasonal Root Tests

Significance Probabilities

Significance Probabilities

Significance Probabilities

$p = .05$   
 $\hat{\beta}$   
 $\sigma^2$

Résultats

Explorateur

Sortie - (Sans titre)

Journal - (Sans titre)

table\_airline.sas

Results Viewer - SAS Ou...

Automatic Model Fittin...

Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Print: Le Système SAS

Model Viewer

Parameter Estimates

NB\_PASSAGER

Log Airline Model

Model Parameter	Estimate	Std. Error	T	Prob> T
Moving Average, Lag 1	0.40184	0.0799	5.0283	<.0001
Seasonal Moving Average, Lag 12	0.55693	0.0841	6.6239	<.0001
Model Variance (sigma squared)	0.00137	.	.	.

Fit Range: JAN1949 to DEC1960

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Model Viewer

Statistics of Fit  
NB\_PASSAGER  
Log Airline Model

Statistic of Fit	Value
Mean Square Error	114.80649
Root Mean Square Error	10.71478
Mean Absolute Percent Error	2.92395
Mean Absolute Error	8.15690
R-Square	0.991
Akaike Information Criterion	625.36549

Evaluation Range: JAN1949 to DEC1960

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Model Viewer

NB\_PASSAGER

Log Airline Model

Forecasts for NB\_PASSAGER

800

700

600

500

400

300

200

100

01/01/1948 01/01/1950 01/01/1952 01/01/1954 01/01/1956 01/01/1958 01/01/1960 01/01/1962

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats  
Print: Le Système SAS

Model Viewer

Forecast Data Set  
NB\_PASSAGER  
Log Airline Model

DATE	ACTUAL	PREDICT	U95	L95	ERROR	NERROR	RES IDUAL	RESSTD	NRES ID
01/04/1960	461.0000	423.7689	455.6417	394.1255	37.2311	2.3717	0.0842	0.0370	2.2759
01/05/1960	472.0000	464.2911	499.2118	431.8132	7.7089	0.4482	0.0165	0.0370	0.4451
01/06/1960	535.0000	542.0094	582.7755	504.0950	-7.0094	-0.3491	-0.0130	0.0370	-0.3518
01/07/1960	622.0000	611.7604	657.7726	568.9667	10.2396	0.4518	0.0166	0.0370	0.4486
01/08/1960	606.0000	625.8581	672.9307	582.0783	-19.8581	-0.8565	-0.0322	0.0370	-0.8715
01/09/1960	508.0000	512.9550	551.5359	477.0730	-4.9550	-0.2608	-0.009707	0.0370	-0.2623
01/10/1960	461.0000	447.5955	481.2604	416.2854	13.4045	0.8084	0.0295	0.0370	0.7975
01/11/1960	390.0000	400.7377	430.8783	372.7054	-10.7377	-0.7233	-0.0272	0.0370	-0.7341
01/12/1960	432.0000	438.5153	471.4973	407.8404	-6.5153	-0.4011	-0.0150	0.0370	-0.4046
01/01/1961	.	450.4224	484.3000	418.9147	.	.	.	.	.
01/02/1961	.	425.7171	463.2548	391.2211	.	.	.	.	.
01/03/1961	.	479.0064	526.7361	435.6017	.	.	.	.	.
01/04/1961	.	492.4045	546.6028	443.5802	.	.	.	.	.
01/05/1961	.	509.0551	569.9961	454.6295	.	.	.	.	.
01/06/1961	.	583.3449	658.4490	516.8074	.	.	.	.	.
01/07/1961	.	670.0110	761.9925	589.1327	.	.	.	.	.
01/08/1961	.	667.0777	764.0749	582.3941	.	.	.	.	.
01/09/1961	.	558.1892	643.6912	484.0446	.	.	.	.	.
01/10/1961	.	497.2078	577.0820	428.3891	.	.	.	.	.
01/11/1961	.	429.8719	502.0251	368.0888	.	.	.	.	.
01/12/1961	.	477.2424	560.6725	406.2270	.	.	.	.	.

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

# Le critère BIC

- Le critère de BIC est défini par :

$$\text{BIC} = -2\log L + k\log(n)$$

où  $L$  est la vraisemblance maximisée et  $k$  le nombre de paramètres dans le modèle.

- Par construction, il est plus parcimonieux que le critère AIC car il pénalise plus le nombre de variables présentes dans le modèle.

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Automatic Model Fitting

Project: SASUSER\_EMSPRO1.PRO14

Model Selection Criterion

- Sum of Square Error
- Mean Square Error
- Root Mean Square Error
- Mean Absolute Error
- Mean Absolute Percent Error
- Akaike Information Criterion
- Schwarz Bayesian Information Criterion**
- R-Square
- Adjusted R-Square
- Random Walk R-Square
- Akaike's Adjusted R-Square
- Akaike's Prediction Criterion

Input Series Select i

Browse... Create... Select... Select... Close

Show subset  Show all

OK Cancel Help

```
proc print;run;
```

ST\Data.csv" dlm=";" firstobs=2;

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Model Selection Criter...

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Résultats

Print: Le Système SAS

### Automatic Model Fitting Results

Series Name	Model Label	Mean Absolute Percent Error	Mean Absolute Error	R-Square	Akaike Information Criterion
NB_PASSAGER	Log Airline Model	2.92395	8.15690	0.99123	625.37

Graph Stats Compare Save Print Close Help

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fitti...

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Model Viewer

Statistics of Fit  
NB\_PASSAGER  
Log Airline Model

Statistic of Fit	Value
Mean Square Error	114.80649
Root Mean Square Error	10.71478
Mean Absolute Percent Error	2.92395
Mean Absolute Error	8.15690
R-Square	0.991
Akaike Information Criterion	625.36549
Schwarz Bayesian Information Criterion	631.11589

Evaluation Range: JAN1949 to DEC1960

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Automatic Model Fittin... Model Viewer

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

# PLAN

*I – Procédure automatisée : intervention minimale de l'utilisateur*

*a) Une première approche de Time Series Analysis*

*b) Analyse des résultats obtenus*

***c) L'enregistrement des résultats***

*II – Procédure contrôlée : intervention forte de l'utilisateur*

*a) Les modèles de lissage exponentiel*

*b) Les modèles ARIMA de Box-Jenkins*

*c) Des modèles plus personnalisés*

*III – D'autres procédures sous SAS ...*

*a) La PROC UCM*

*b) La PROC TIMESERIES*

*c) La PROC ESM*

# Les formats d'enregistrement

- Le format simple : C'est le format obtenu par défaut. En sortie nous obtenons notre variable ID, nos valeurs observées ainsi que nos valeurs prédites.
- Le format entrelacé : En plus des éléments du format simple s'ajoute une variable type prenant pour modalité ACTUAL, ERROR, LOWER, PREDICT, STD et UPPER.
- Le format concaténé : Ce format fournit les mêmes résultats que ceux obtenus par le format entrelacé, à la différence que chaque modalité de la variable « TYPE » crée une variable à part entière.

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Produce Forecasts - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ4

**Input**

Data Set: WORK.AIRLINE Browse...

Time ID: DATE Select... Create...

Interval: MONTH Specify...

Series: 1: nb\_passager Select...

**Forecast Output**

Data Set: WORK.FORECAST Browse...

Format: Simple

Horizon: 12 Periods DEC 1961

Run Output Close

```
format date .ddmmyy10.;
run;
proc print;run;
```

ST\Data.csv" dlm=";" firstobs=2;

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Produce Forecasts - Pr...

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

Fichier Édition Affichage Outils Données Solutions Fenêtre Aide

Résultats

Résultats

Print: Le Système SAS

VIEWTABLE: WORK.FORECAST

	DATE	YEAR	MONTH	NB_PASSAGER
1	01/01/1949	1949	1	112.0000
2	01/02/1949	1949	2	118.0000
3	01/03/1949	1949	3	132.0000
4	01/04/1949	1949	4	129.0000
5	01/05/1949	1949	5	121.0000
6	01/06/1949	1949	6	135.0000
7	01/07/1949	1949	7	148.0000
8	01/08/1949	1949	8	148.0000
9	01/09/1949	1949	9	136.0000
10	01/10/1949	1949	10	119.0000
11	01/11/1949	1949	11	104.0000
12	01/12/1949	1949	12	118.0000
13	01/01/1950	1950	1	115.0000
14	01/02/1950	1950	2	126.0000
15	01/03/1950	1950	3	141.0000
16	01/04/1950	1950	4	135.0000
17	01/05/1950	1950	5	125.0000
18	01/06/1950	1950	6	149.0000
19	01/07/1950	1950	7	170.0000
20	01/08/1950	1950	8	170.0000
21	01/09/1950	1950	9	158.0000
22	01/10/1950	1950	10	133.0000
23	01/11/1950	1950	11	114.0000
24	01/12/1950	1950	12	140.0000
25	01/01/1951	1951	1	145.0000
26	01/02/1951	1951	2	150.0000
27	01/03/1951	1951	3	178.0000
28	01/04/1951	1951	4	163.0000
29	01/05/1951	1951	5	172.0000
30	01/06/1951	1951	6	178.0000

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Produce Forecasts - Pro... VIEWTABLE: WORK.FO...

NOTE: La table a été ouverte en mode VISUALISATION.

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Print: Le Système SAS

Produce Forecasts - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ4

Input

Data Set: WORK.AIRLINE Browse...

Time ID: DATE Select...

Interval: MONTH Specify...

Series: 1: nb\_passager Select...

Forecast Output

Data Set: WORK.FORECAST

Format: Simple

Horizon: 12 Per

- Simple
- Interleaved
- Concatenated

```

proc forecast data=work.airline y=nb_passager;
run;
proc print; run;

```

SAS

Fichier Édition Affichage Outils Données Solutions Fenêtre Aide

Résultats

Print: Le Système SAS

VIEWTABLE: WORK.FORECAST

	DATE	YEAR	MONTH	Type of Observation	NB_PASSAGER
1	01/01/1949	1949	1	ACTUAL	112.0000
2	01/02/1949	1949	2	ACTUAL	118.0000
3	01/03/1949	1949	3	ACTUAL	132.0000
4	01/04/1949	1949	4	ACTUAL	129.0000
5	01/05/1949	1949	5	ACTUAL	121.0000
6	01/06/1949	1949	6	ACTUAL	135.0000
7	01/07/1949	1949	7	ACTUAL	148.0000
8	01/08/1949	1949	8	ACTUAL	148.0000
9	01/09/1949	1949	9	ACTUAL	136.0000
10	01/10/1949	1949	10	ACTUAL	119.0000
11	01/11/1949	1949	11	ACTUAL	104.0000
12	01/12/1949	1949	12	ACTUAL	118.0000
13	01/01/1950	1950	1	ACTUAL	115.0000
14	01/02/1950	1950	2	ACTUAL	126.0000
15	01/02/1950	1950	2	ERROR	4.8393
16	01/02/1950	1950	2	LOWER	110.7926
17	01/02/1950	1950	2	PREDICT	121.1607
18	01/02/1950	1950	2	STD	5.5402
19	01/02/1950	1950	2	UPPER	132.4991
20	01/03/1950	1950	3	ACTUAL	141.0000
21	01/03/1950	1950	3	ERROR	1.9478
22	01/03/1950	1950	3	LOWER	127.8575
23	01/03/1950	1950	3	PREDICT	139.0522
24	01/03/1950	1950	3	STD	5.9643
25	01/03/1950	1950	3	UPPER	151.2272
26	01/04/1950	1950	4	ACTUAL	135.0000
27	01/04/1950	1950	4	ERROR	-2.0442
28	01/04/1950	1950	4	LOWER	126.1094
29	01/04/1950	1950	4	PREDICT	137.0442

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Produce Forecasts - Pro... VIEWTABLE: WORK.FO...

NOTE: La table a été ouverte en mode VISUALISATION.

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

Print: Le Système SAS

Produce Forecasts - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ4

Input

Data Set: WORK.AIRLINE Browse...

Time ID: DATE Select... Create...

Interval: MONTH Specify...

Series: 1: nb\_passager Select...

Forecast Output

Data Set: WORK.FORECAST

Format: Interleaved

Horizon: 12 Per

Simple  
Interleaved  
Concatenated

DEC 19

Run

```

run;
proc print; run;

```

Résultats

Print: Le Système SAS

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airlin

VIEWTABLE: WORK.FORECAST

	series	DATE	YEAR	MONTH	Actual value	Predicted value	Prediction error	Upper 95% Confidence Limit	Lower 95% Confidence Limit	Prediction standard error
1	NB_PASSAGER	01/01/1949	1949	1	112.0000					
2	NB_PASSAGER	01/02/1949	1949	2	118.0000					
3	NB_PASSAGER	01/03/1949	1949	3	132.0000					
4	NB_PASSAGER	01/04/1949	1949	4	129.0000					
5	NB_PASSAGER	01/05/1949	1949	5	121.0000					
6	NB_PASSAGER	01/06/1949	1949	6	135.0000					
7	NB_PASSAGER	01/07/1949	1949	7	148.0000					
8	NB_PASSAGER	01/08/1949	1949	8	148.0000					
9	NB_PASSAGER	01/09/1949	1949	9	136.0000					
10	NB_PASSAGER	01/10/1949	1949	10	119.0000					
11	NB_PASSAGER	01/11/1949	1949	11	104.0000					
12	NB_PASSAGER	01/12/1949	1949	12	118.0000					
13	NB_PASSAGER	01/01/1950	1950	1	115.0000					
14	NB_PASSAGER	01/02/1950	1950	2	126.0000	121.1607	4.8393	132.4991	110.7926	5.5402
15	NB_PASSAGER	01/03/1950	1950	3	141.0000	139.0522	1.9478	151.2272	127.8575	5.9643
16	NB_PASSAGER	01/04/1950	1950	4	135.0000	137.0442	-2.0442	148.9272	126.1094	5.8234
17	NB_PASSAGER	01/05/1950	1950	5	125.0000	127.3922	-2.3922	138.4212	117.2420	5.4052
18	NB_PASSAGER	01/06/1950	1950	6	149.0000	140.5286	8.4714	152.6919	129.3343	5.9612
19	NB_PASSAGER	01/07/1950	1950	7	170.0000	159.5511	10.4489	173.3603	146.8420	6.7679
20	NB_PASSAGER	01/08/1950	1950	8	170.0000	165.7215	4.2785	180.0646	152.5209	7.0296
21	NB_PASSAGER	01/09/1950	1950	9	158.0000	154.6243	3.3757	168.0070	142.3077	6.5588
22	NB_PASSAGER	01/10/1950	1950	10	133.0000	137.0554	-4.0554	148.9175	126.1382	5.8136
23	NB_PASSAGER	01/11/1950	1950	11	114.0000	117.6467	-3.6467	127.8290	108.2755	4.9903
24	NB_PASSAGER	01/12/1950	1950	12	140.0000	130.9932	9.0068	142.3305	120.5589	5.5564
25	NB_PASSAGER	01/01/1951	1951	1	145.0000	133.6922	11.3078	145.0861	123.1930	5.5874
26	NB_PASSAGER	01/02/1951	1951	2	150.0000	152.0032	-2.0032	164.0181	140.8684	5.9077
27	NB_PASSAGER	01/03/1951	1951	3	178.0000	168.7064	9.2936	181.8974	156.4719	6.4885
28	NB_PASSAGER	01/04/1951	1951	4	163.0000	168.2663	-5.2663	181.4003	156.0833	6.4608

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Produce Forecasts - Pro... VIEWTABLE: WORK.FO...

NOTE: La table a été ouverte en mode VISUALISATION.

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS

Time Series Forecasting

Project: SASUSER.FMSPROJ.PROJ4

Description:

Data Set: WORK.AIRLINE

Time ID: DATE

Interval: MONTH

Manage Collections of Series and Models

```
format date .ddmmyy10.;  
run;  
proc print;run;
```

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) table\_airline.sas Results Viewer - SAS Ou... Time Series Forecasting

C:\Users\jenny\OneDrive\Documents\MASTER ESA\At



Résultats

Résultats

- Print: Le Système SAS

Manage Forecasting Project

Project Name:

Description:

Series Name	Series Frequency	Input Data Set Name	Forecasting Model	Schwarz Bay
NB_PASSAGER	MONTH	WORK.AIRLINE	Log Airline Model	631.11589



SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Manage Forecasting Project

Project Name: SASUSER.FMSPROJ.PROJARMODEL1

Description: Airline Model

Series Name	Series Frequency	Input Data Set Name	Forecasting Model	Schwarz Bay
NB_PASSAGER	MONTH	WORK.AIRLINE	Log Airline Model	631.11589

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Manage Forecasting Project

Project Name: SASUSER.FMSPROJ.PROJARMODEL1

Description: Airline Model

Forecasting Project to Save

Project Name: |

Description: |

OK Cancel

Data Set Name	Forecasting Model	Schwarz Bay
	Log Airline Model	631.11589



# PLAN

*I – Procédure automatisée : intervention minimale de l'utilisateur*

- a) Une première approche de Time Series Analysis*
- b) Analyse des résultats obtenus*
- c) L'enregistrement des résultats*

*II – Procédure contrôlée : intervention forte de l'utilisateur*

- a) Les modèles de lissage exponentiel***
- b) Les modèles ARIMA de Box-Jenkins*
- c) Des modèles plus personnalisés*

*III – D'autres procédures sous SAS ...*

- a) La PROC UCM*
- b) La PROC TIMESERIES*
- c) La PROC ESM*

# Le modèle du CAC 40



# Le modèle CAC 40

- ❖ Cette base de données correspond à la modélisation , du CAC 40 qui est le principal indice boursier de la Bourse de Paris.
- ❖ CAC signifie Cotation Assisté en Continu c'est-à-dire qu'on dispose de données journalières qui débutent du lundi au vendredi.

SAS

Fichier Édition Affichage Aller Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS

Results Viewer - sashtml

255	02/01/2021	5461.68
256	02/02/2021	5561.26

FERMETURE

Date

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Programme \* Results Viewer - sasht...

Terminé C:\Users\kouro\Bureau\ST\_Atelier ST



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS

Time Series Forecasting

Project: SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Description:

Data Set:

Time ID:

Interval:

FERMI

4500

4000

Jan 2020 Mar May Jul Sep Nov Jan 2021 Mar

Date

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Programme \* Results Viewer - sashtml Time Series Forecasting

Terminé C:\Users\kouro\Bureau\57\Atelier ST



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- SGPlot: Le Système SAS

Time Series Forecasting

Project: SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Description:

Data Set:

Time ID:

Interval:

FERM

4500

4000

Jan 2020 Mar May Jul Sep Nov Jan 2021 Mar

Date

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Programme \* Results Viewer - sashtml Time Series Forecasting

Terminé C:\Users\kouro\Bureau\57\Atelier ST



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS

Series Selection

Library:  Data Set:

Variable:

Libraries		
MAPS	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
MAPSGFK	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
MAPSSAS	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
SASHELP	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
SASUSER	V9	C:\Users\kouro\OneDrive\Doc
WORK	V9	C:\Users\kouro\AppData\Loca

SAS Data Sets	
CAC	
CAC40	
<b>SORTIE</b>	

Time Series Variables

Date	Date
FERMETURE	

Time ID:

Interval:

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS Ou... Series Selection

C:\Users\kouro

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

OK X [Icons]

Résultats

- Résultats
  - Print: Le Système SAS
  - Print: Le Système SAS
  - Timeseries: Le Système SAS

Series Selection

Library: WORK Data Set: SORTIE

Variable: FERMETURE

Libraries		
MAPS	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
MAPSGFK	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
MAPSSAS	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
SASHELP	V9	C:\Program Files\SASHome\SAS
SASUSER	V9	C:\Users\kouro\OneDrive\Doc
WORK	V9	C:\Users\kouro\AppData\Loca

SAS Data Sets	
CAC	
CAC40	
<b>SORTIE</b>	

Time Series Variables	
Date	Date
<b>FERMETURE</b>	

Time ID: DATE Select... Create...

Interval: DAY Specify...

OK Cancel Graph Table Reset Refresh Help

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1\* Results Viewer - SAS Ou... Series Selection

C:\Users\kouro



SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Data Set: WORK.SORTIE Interval: DAY

Series: FERMETURE

Data Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Fit Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Evaluation Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Forecast Model Model Title Root Mean Square Error

No models

Set Ranges...

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS Ou... Dev

C:\Users\kouro

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Time Ranges Specification

Data Set: WORK.SORTIE

Interval: DAY

Series: FERMETURE

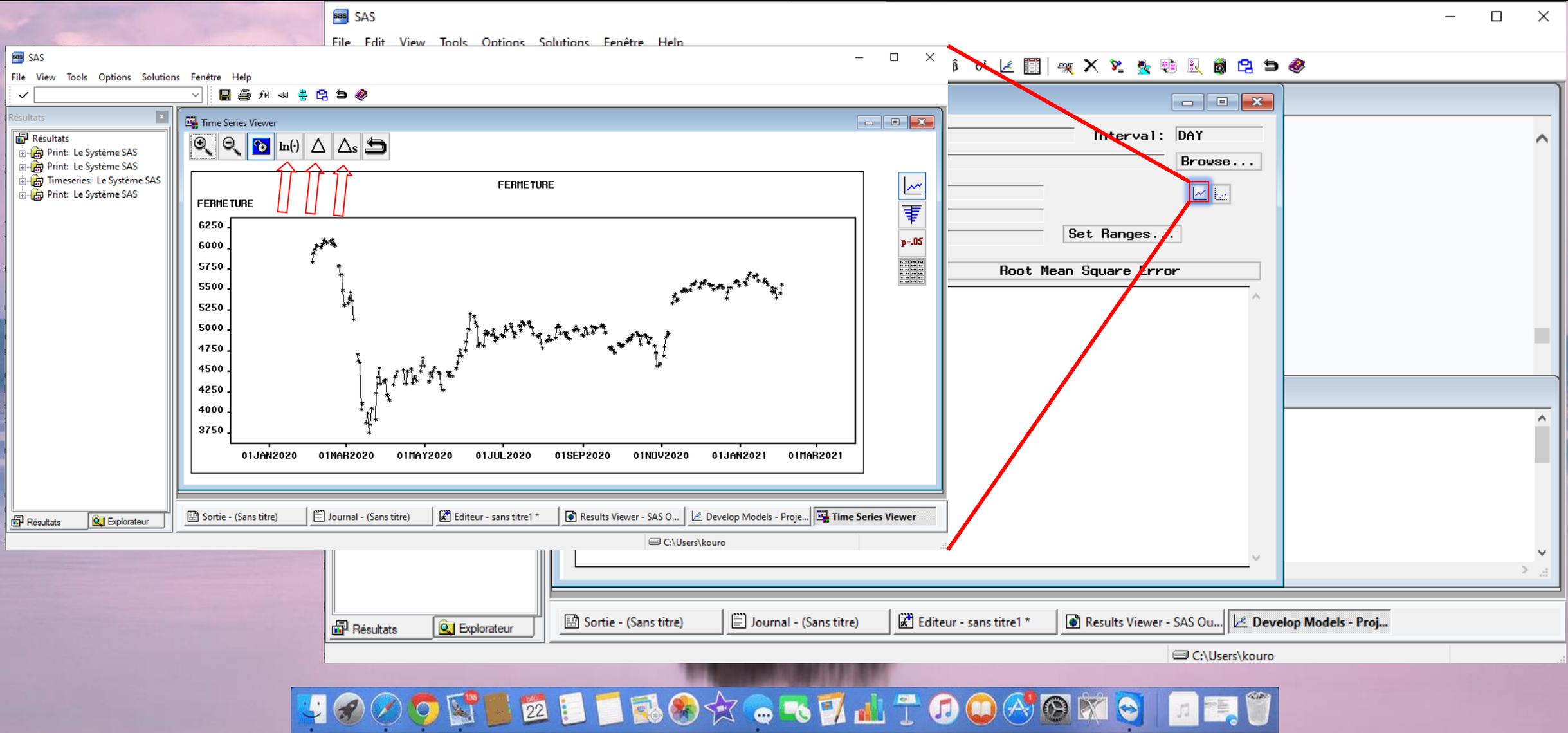
Time Ranges:

	From	To
Data Range:	03FEB2020	02FEB2021
Period of Fit:	03FEB2020	02FEB2021
Period of Evaluation:	03FEB2020	02FEB2021
Forecast Horizon:	12	14FEB2021
Hold-out Sample:	0	

OK Cancel Reset Clear Help

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS Ou... Time Ranges Specifica...

C:\Users\kouro



SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Time Series Viewer

Autocorrelation Plots  
FERMETURE  
Simple and Seasonal Difference of Log Transform

Autocorrelations Partial Autocorrelations Inverse Autocorrelations

Correlation Coefficients

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS O... Develop Models - Proje... Time Series Viewer

Toggle Log Transformation C:\Users\kouro



SAS

File View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Time Series Viewer

White Noise and Stationarity Test Probabilities  
FERMETURE

Simple and Seasonal Difference of Log Transform

White Noise Tests

Significance Probabilities

Unit Root Tests

Significance Probabilities

Seasonal Root Tests

Significance Probabilities

p = .05

Sortie - (Sans titre) | Journal - (Sans titre) | Editeur - sans titre1 \* | Results Viewer - SAS O... | Develop Models - Proje... | Time Series Viewer

C:\Users\kouro



SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Data Set: WORK.SORTIE Interval: DAY

Series: FERMETURE Browse...

Data Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Fit Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Evaluation Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Set Ranges...

Forecast

Model	Model Title	Root Mean Square Error
No models		

- Fit Models Automatically...
- Fit Models from List...
- Fit Smoothing Model...**
- Fit ARIMA Model...
- Fit Factored ARIMA Model...
- Fit Custom Model...
- Combine Forecasts...
- Use External Forecasts...

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS O... Time Series Viewer Develop Models - Proj...

C:\Users\kouro



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Smoothing Model Specification

Series: FERMETURE

Model:

Smoothing Methods:

- Simple Smoothing
- Double (Brown) Smoothing
- Seasonal Smoothing
- Linear (Holt) Smoothing
- Damped-Trend Smoothing
- Winters Method - Additive
- Winters Method - Multiplicative

Smoothing Weights:

Level: Optimize

Trend: Optimize

Damping: Optimize

Season: Optimize

Bounds: Zero-One/Additive

Interval: DAY

Transformation:

OK Cancel Reset Clear Help

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS O... Time Series Viewer Smoothing Model Spe...

Select one smoothing method.

C:\Users\kouro



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Smoothing Model Specification

Series: FERMETURE

Model:

Smoothing Methods:

- Simple Smoothing
- Double (Brown) Smoothing
- Seasonal Smoothing
- Linear (Holt) Smoothing
- Damped-Trend Smoothing
- Winters Method - Additive
- Winters Method - Multiplicative

Transformation:

Smoothing Weights:

- Level: Optimize
- Trend: Optimize
- Damping: Optimize
- Season: Optimize
- Bounds: Zero-One/Additive

Interval: DAY

Browser...

Square Error

OK Cancel Reset Clear Help

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS O... Time Series Viewer Smoothing Model Spe...

Select one smoothing method.

C:\Users\kouro



File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Data Set: WORK.SORTIE Interval: DAY

Series: FERMETURE

Data Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Fit Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Evaluation Range: 03FEB2020 to 02FEB2021 Set Ranges...

Forecast

Model	Model Title	Root Mean Square Error
No models		

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS Ou... Develop Models - Proj...

# 1) La méthode de lissage exponentiel double :

$$F_{t+h} = \hat{Y}_t(H) = \hat{A}(T) + \hat{B}(T)h = 112,23035$$



## 2) La méthode à deux paramètres de HOLT

$$\hat{Y}_t(h) = S_t + h \cdot T_t = 96,02290$$



### 3) Le lissage exponentiel triple de Winters

$$\hat{Y}_t(h) = (S_t + h \cdot T_t) \cdot I_{t+h-s}$$

*Multiplicatif : 95,67094*

*Additif : 94,66674*



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Smoothing Model Specification

Series: FERMETURE

Model:

Smoothing Methods:

- Simple Smoothing
- Double (Brown) Smoothing
- Seasonal Smoothing
- Linear (Holt) Smoothing
- Damped-Trend Smoothing
- Winters Method - Additive
- Winters Method - Multiplicative

Transformation:

Smoothing Weights:

Level: Optimize

Trend: Optimize

Damping: Optimize

Season: Optimize

Bounds: Zero-One/Additive

Interval: DAY

Interval: Browse...

Interval: [ ] [ ]

Square Error

OK Cancel Reset Clear Help

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS O... Time Series Viewer Smoothing Model Spe...

Select one smoothing method.

C:\Users\kouro

SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Smoothing Model Specification

Series: FERMETURE

Model: Simple Exponential Smoothing

Smoothing Methods:

- Simple Smoothing
- Double (Brown) Smoothing
- Seasonal Smoothing
- Linear (Holt) Smoothing
- Damped-Trend Smoothing
- Winters Method - Additive
- Winters Method - Multiplicative

Transformation: [v]

Smoothing Weights:

Level: Optimize

Trend: Optimize

Damping: Optimize

Season: Optimize

Bounds: Zero-One/Additive

Interval: DAY

Browser...

Square Error

OK Cancel Reset Clear Help

Zero-One/Additive  
Zero-One Boundary  
Additive Invertible  
Unrestricted  
Custom ...

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS ... Time Series Viewer Smoothing Model S...

C:\Users\kouro



SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Data Set: WORK.SORTIE Interval: DAY

Series: FERMETURE Browse...

Data Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Fit Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Evaluation Range: 03FEB2020 to 02FEB2021 Set Ranges...

Forecast

Model	Model Title	Root Mean Square Error
No models		

- Fit Models Automatically...
- Fit Models from List...
- Fit Smoothing Model...
- Fit ARIMA Model...
- Fit Factored ARIMA Model...
- Fit Custom Model...
- Combine Forecasts...
- Use External Forecasts...

Résultats

- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS ... Time Series Viewer Develop Models - P...

C:\Users\kouro



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Résultats Explorateur

ARIMA Model Specification

Series: FERMETURE

Model: AR(1)

ARIMA Options:

Autoregressive: p= 1

Differencing: d= 0

Moving Average: q= 0

Transformation: None

Predictors

OK Cancel Reset Clear Add...

Seasonal ARIMA Options:

Autoregressive: P=

Dif

Mov

Inter

Ye

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Data Set: WORK.SORTIE Interval: DAY

Series: FERMETURE

Data Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Fit Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Evaluation Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Set Ranges...

Forecast	Model	Model Title	Root Mean Square Error
<input checked="" type="checkbox"/>	AR(1)		95.62289

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre \* Results Viewer - SAS Ou... Develop Models - Proj...

C:\Users\kouro



SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Résultats

- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Data Set: WORK.SORTIE Interval: DAY

Series: FERMETURE Browse...

Data Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Fit Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Evaluation Range: 03FEB2020 to 02FEB2021 Set Ranges...

Forecast

Model	Model Title	Root Mean Square Error
No models		

- Fit Models Automatically...
- Fit Models from List...
- Fit Smoothing Model...
- Fit ARIMA Model...
- Fit Factored ARIMA Model...
- Fit Custom Model...**
- Combine Forecasts...
- Use External Forecasts...

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS Ou... Develop Models - Proj...

C:\Users\kouro



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Custom Model Specification

Series: FERMETURE

Model:

Transformation: None Trend Model: None

Seasonal Model: None Error Model: None Set...

Intercept:  Yes  No

Predictors

Interval: DAY

Root Mean Square Error

OK Cancel Reset Clear Add... Delete Edit... Help

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS Ou... Custom Model Specifi...

C:\Users\kouro

SAS

File Edit View Tools Options Solutions Fenêtre Help

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Data Set: WORK.SORTIE Interval: DAY

Series: FERMETURE Browse...

Data Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Fit Range: 03FEB2020 to 02FEB2021

Evaluation Range: 03FEB2020 to 02FEB2021 Set Ranges...

Forecast

Model	Model Title	Root Mean Square Error
No models		

Résultats

- Résultats
- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre \* Results Viewer - SAS Ou... Develop Models - Proj...

C:\Users\kouro



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Series Diagnostics

Series: FERMETURE

Series Characteristics:

Log Transform:  Yes  No  Maybe

Trend:  Yes  No  Maybe

Seasonality:  Yes  No  Maybe

Automatic Series Diagnostics

Interval: DAY

Root Mean Square Error

OK Cancel Reset Clear Help

Résultats

- Print: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS
- Timeseries: Le Système SAS
- Print: Le Système SAS

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre1 \* Results Viewer - SAS Ou... Series Diagnostics

C:\Users\kouro



SAS

Fichier Affichage Outils Solutions Fenêtre Aide

Résultats

- Résultats
  - Print: Le Système SAS
  - Print: Le Système SAS
  - Timeseries: Le Système SAS
  - Print: Le Système SAS

Develop Models - Project SASUSER.FMSPROJ.PROJ2

Series Diagnostics

Series: FERMETURE

Series Characteristics:

Log Transform:  Yes  No  Maybe

Trend:  Yes  No  Maybe

Seasonality:  Yes  No  Maybe

Automatic Series Diagnostics

Interval: DAY

Root Mean Square Error

OK Cancel Reset Clear Help

Résultats Explorateur

Sortie - (Sans titre) Journal - (Sans titre) Editeur - sans titre \* Results Viewer - SAS Ou... Series Diagnostics

C:\Users\kouro





# PLAN

*I – Procédure automatisée : intervention minimale de l'utilisateur*

- a) Une première approche de Time Series Analysis*
- b) Analyse des résultats obtenus*
- c) L'enregistrement des résultats*

*II – Procédure contrôlée : intervention forte de l'utilisateur*

- a) Les modèles de lissage exponentiel*
- b) Les modèles ARIMA de Box-Jenkins*
- c) Des modèles plus personnalisés*

*III – D'autres procédures sous SAS ...*

- a) La PROC UCM***
- b) La PROC TIMESERIES*
- c) La PROC ESM*