



MBA Program

CORE PHASE 2008-2009

September Intake

Section Bilingue

METHODES STATISTIQUES EN GESTION

Cas et Exercices

Analyse et prévision d'une série chronologique

Professeur : Michel Tenenhaus

Ce document ne peut être utilisé, reproduit ou cédé sans l'autorisation du Groupe HEC

EXERCICES

I. Consommation de cigares

Les données de ce cas proviennent du livre de Alan Pankratz : Forecasting with univariate Box-Jenkins models, Wiley, 1983. Voici la description de ces données extraite de son livre :

The data to be analyzed are given in table 1 and plotted in figure 1. They represent monthly cigar consumption (withdrawals from stocks) for the years 1969-1976. The mean of this series seems to fall over time. There is some evidence that the variance of the series falls along with the mean. In particular, the variability of the data during 1969 is greater than the variability during 1975 and 1976. This contrast aside, the variance over the rest of the series is fairly uniform. Though we could try a logarithmic transformation we conclude (quite subjectively) that the evidence is not strong enough to warrant this step. More data may provide a better picture of any changes in variance. The series shows an obvious seasonal pattern with peak values in October and low values in December. With monthly data the length of seasonality is 12

1. Décomposition de la série "Cigare"

Les modèles seront construits sur les années 1969 à 1975 et les prévisions comparées aux résultats de l'année 1976.

- a) Ajouter au fichier `cigare.sav` la variable « numéro du mois » en utilisant `TRANSFORM/COMPUTE`. Vous mettez « numéro » dans `TARGET`, « \$casenum » dans `NUMERIC EXPRESSION` et `DECIMALS = 0` pour numéro dans `VARIABLE VIEW`.
- b) Sélectionner les années 1969 à 1975.
- c) Représenter graphiquement en utilisant `ANALYZE/TIME SERIES/SEQUENCE CHARTS` et mettre `DATE` dans `Time Axis Label` :
 - la série d'origine,
 - la série d'origine avec une tendance "moyenne mobile centrée d'ordre 12.

Pour calculer la tendance "moyenne mobile centrée d'ordre 12" vous procédez comme suit : Utiliser `TRANSFORM/CREATE TIME SERIES`. Dans la fenêtre `FUNCTION`, sélectionner `CENTERED MOVING AVERAGE` et dans `SPAN` 12. Cliquer au final sur `CHANGE`.

- d) Utiliser `ANALYZE/TIME SERIES/SEASONAL DECOMPOSITION`. Choisir `ENDPOINTS WEIGHTED BY .5`.
 - 1) Représenter graphiquement :
 - les coefficients saisonniers des 12 mois (En utilisant « Properties », limiter le graphique à l'année 1969).
 - la série des résidus avec un 'axe de référence horizontal au niveau de valeur 1.
 - la série "Cigare" corrigée des variations saisonnières

- la tendance finale en indiquant graphiquement le numéro du mois (Indiquer « numéro » dans Time Axis Label. Choisir ELEMENTS/ADD MARKER puis ELEMENTS/SHOW DATA LABELS)
- 2) Identifier la période exacte du changement de tendance.
- e) Recommencer la décomposition saisonnière sur la période correspondant aux années avec tendance à la baisse de la consommation de cigares.
 - f) Ajuster une tendance linéaire sur la tendance finale calculée en e). Utiliser REGRESSION/CURVE ESTIMATION. Dans la fenêtre INDEPENDENT/VARIABLE mettre la variable « numéro » construite en a) et dans la fenêtre MODELS « linear ». Représenter graphiquement cette tendance linéaire sur la tendance finale.
 - g) Déterminer une prévision de la tendance finale pour les douze mois de 1976 en utilisant REGRESSION/CURVE ESTIMATION/SAVE/SAVE VARIABLES/PREDICTED VALUES. Ajouter maintenant l'année 1976 à votre sélection de données. Visualiser la tendance finale et sa prévision pour 1976.
 - h) Déterminer une prévision de la consommation de cigares pour les douze mois de 1976 en multipliant la prévision de la tendance obtenue en g) par les coefficients saisonniers. Comparer graphiquement les prévisions des 12 mois de 1976 à la réalité. Calculer la somme des carrés des erreurs de prévision pour 1976.

2. Utilisation de la méthode de Winters

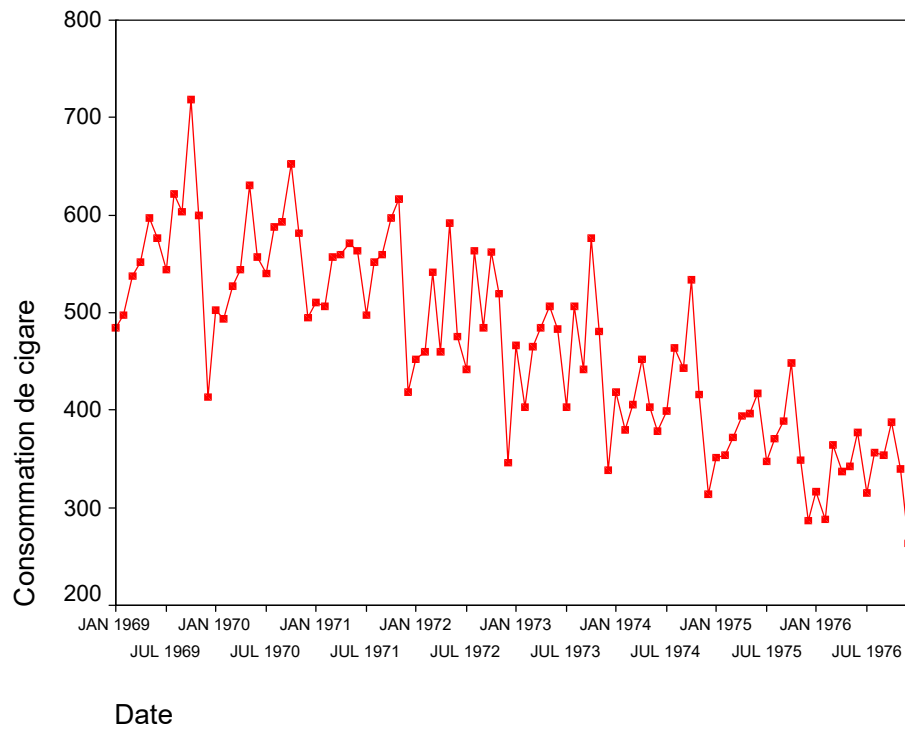
Nous allons utiliser l'année 1976 comme jeu-test. Le modèle sera construit sur les années 1969 à 1975, et les prévisions comparées aux résultats de l'année 1976.

- a) Déterminer les constantes de lissages optimales en utilisant SPSS
- b) Représenter graphiquement l'ajustement entre les données observées et les données lissées pour 1975 et 1976. Donner également les valeurs numériques.
- c) Calculer la somme des carrés des erreurs de prévision pour 1976.
- d) Conclusion.

Tableau 1

Date	Consommation de cigare	Date	Consommation de cigare
JAN 1969	484	JAN 1973	466
FEB 1969	498	FEB 1973	403
MAR 1969	537	MAR 1973	465
APR 1969	552	APR 1973	485
MAY 1969	597	MAY 1973	507
JUN 1969	576	JUN 1973	483
JUL 1969	544	JUL 1973	403
AUG 1969	621	AUG 1973	506
SEP 1969	604	SEP 1973	442
OCT 1969	719	OCT 1973	576
NOV 1969	599	NOV 1973	480
DEC 1969	414	DEC 1973	339
JAN 1970	502	JAN 1974	418
FEB 1970	494	FEB 1974	380
MAR 1970	527	MAR 1974	405
APR 1970	544	APR 1974	452
MAY 1970	631	MAY 1974	403
JUN 1970	557	JUN 1974	379
JUL 1970	540	JUL 1974	399
AUG 1970	588	AUG 1974	464
SEP 1970	593	SEP 1974	443
OCT 1970	653	OCT 1974	533
NOV 1970	582	NOV 1974	416
DEC 1970	495	DEC 1974	314
JAN 1971	510	JAN 1975	351
FEB 1971	506	FEB 1975	354
MAR 1971	557	MAR 1975	372
APR 1971	559	APR 1975	394
MAY 1971	571	MAY 1975	397
JUN 1971	564	JUN 1975	417
JUL 1971	497	JUL 1975	347
AUG 1971	552	AUG 1975	371
SEP 1971	559	SEP 1975	389
OCT 1971	597	OCT 1975	448
NOV 1971	616	NOV 1975	349
DEC 1971	418	DEC 1975	286
JAN 1972	452	JAN 1976	317
FEB 1972	460	FEB 1976	288
MAR 1972	541	MAR 1976	364
APR 1972	460	APR 1976	337
MAY 1972	592	MAY 1976	342
JUN 1972	475	JUN 1976	377
JUL 1972	442	JUL 1976	315
AUG 1972	563	AUG 1976	356
SEP 1972	485	SEP 1976	354
OCT 1972	562	OCT 1976	388
NOV 1972	520	NOV 1976	340
DEC 1972	346	DEC 1976	264

Figure 1



II. Standard & Poor's 500

Standard & Poor's 500 Stock Composite Average (S&P 500) is a stock market index. Like the Dow Jones Industrial Average, it is an indicator of stock market activity. The table contains end-of-quarter values of the S&P 500 for the years 1971-1985.

YEAR	QUARTER	S&P500	YEAR	QUARTER	S&P500	YEAR	QUARTER	S&P500
1971	I	100.31	1976	I	102.77	1981	I	134.94
	II	99.20		II	104.28		II	129.06
	III	98.34		III	105.24		III	118.77
	IV	102.09		IV	107.46		IV	119.13
1972	I	107.20	1977	I	98.42	1982	I	117.09
	II	107.14		II	100.48		II	109.82
	III	110.55		III	96.53		III	121.79
	IV	118.06		IV	95.10		IV	138.91
1973	I	111.52	1978	I	89.21	1983	I	152.96
	II	104.26		II	95.53		II	168.11
	III	109.43		III	102.54		III	166.07
	IV	97.55		IV	96.11		IV	164.93
1974	I	93.98	1979	I	101.59	1984	I	159.18
	II	86.00		II	102.91		II	153.18
	III	63.54		III	109.32		III	166.10
	IV	68.56		IV	107.94		IV	167.24
1975	I	83.36	1980	I	105.36	1985	I	180.66
	II	95.19		II	113.72		II	191.85
	III	83.87		III	127.14		III	182.08
	IV	98.19		IV	131.44		IV	211.28

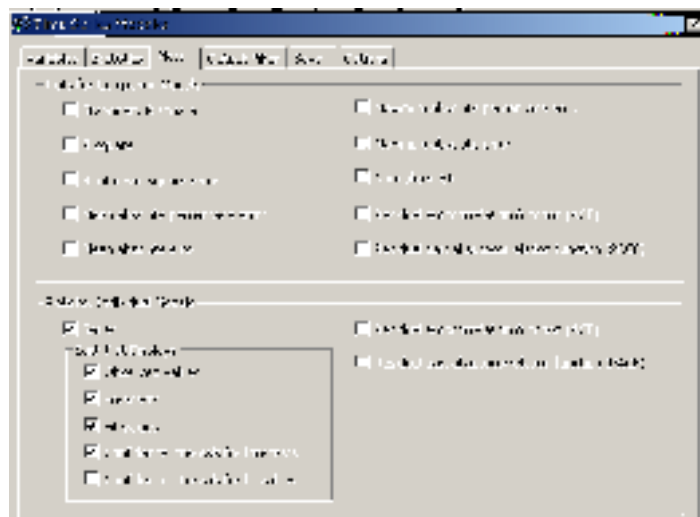
Questions

- On utilise le lissage exponentiel sur la série SP500 sur la période 1971-I à 1984-IV, avec $\alpha = 0.7$. En choisissant une valeur initiale S_0 égale à Y_1 , calculez S_{56} et S_{57} . Calculer les intervalles de prévision à 95% des valeurs de l'indice SP500 pour les périodes 1985-I à 1985-IV. Comparer aux valeurs observées.
- Reprendre la question a) en utilisant la constante de lissage optimale déterminée par SPSS.
- On utilise maintenant le lissage de Holt sur la période 1971-I à 1984-IV. En utilisant SPSS déterminer une prévision des quatre trimestres de 1985. Calculer à la main une prévision du premier trimestre de 1986. Retrouver votre résultat avec SPSS.
- Reprendre la question c) en utilisant la méthode de Winters.
- Quel est le modèle minimisant la quantité $\sum_{i=1}^{56} e_i^2$, où e_i est l'erreur de prévision de la période i réalisée à la période $i-1$?
- Quel est le modèle minimisant la quantité $\sum_{i=57}^{60} |e_i|$, où e_i est l'erreur de prévision de la période i réalisée à la période 56 ?

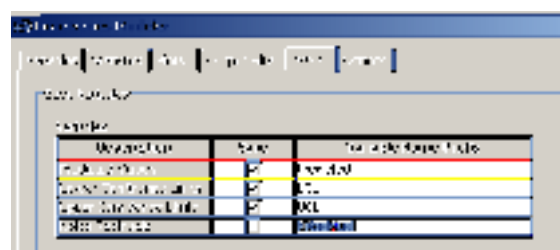
- g) Utiliser TIME SERIES/CREATE MODELS sur la période 1971-I à 1984-IV :
- Dependent variables : SP500
 - Method : Expert Modeler
 - Onglet STATISTICS :



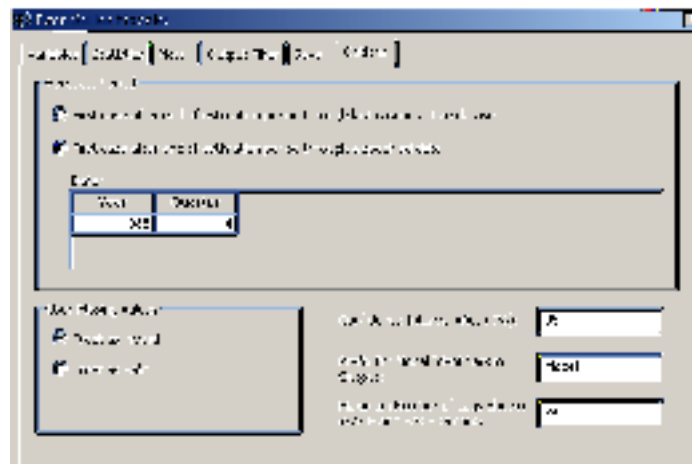
Onglet PLOT :



Onglet SAVE :



Onglet OPTIONS :



- h) Ecrire le modèle proposé par le Time Series Modeler de SPSS. Visualiser la qualité de l'ajustement, les prévisions et les intervalles de prévision pour l'année 1985, en ajoutant les *show line markers*. Calculer la quantité $\sum_{i=57}^{60} |e_i|$. Conclusion.

SORTIES SPSS

QUESTION a

Initial Smoothing State		Smoothing Parameters			
	sp500			Sums of Squared Errors	
Level	100,31000	Series	Alpha (Level)	df error	
		sp500	,70000	4450,264	55

	DATE	sp500	Fit for sp500
1	Q1 1971	100,31	100,31
2	Q2 1971	99,2	100,31
3	Q3 1971	98,34	99,53
4	Q4 1971	102,09	98,70
5	Q1 1972	107,2	101,07
6	Q2 1972	107,14	105,36
7	Q3 1972	110,55	106,61
8	Q4 1972	118,06	109,37
9	Q1 1973	111,52	115,45
10	Q2 1973	104,26	112,70
11	Q3 1973	108,43	106,79
12	Q4 1973	97,55	107,94
13	Q1 1974	93,98	100,67
14	Q2 1974	86	95,99
15	Q3 1974	63,54	89,00
16	Q4 1974	68,56	71,18
17	Q1 1975	83,36	69,35
18	Q2 1975	95,19	79,16
19	Q3 1975	83,87	90,38
20	Q4 1975	98,19	85,82
21	Q1 1976	102,77	94,48
22	Q2 1976	104,28	100,28
23	Q3 1976	105,24	103,08
24	Q4 1976	107,46	104,59
25	Q1 1977	98,42	106,60
26	Q2 1977	100,48	100,87
27	Q3 1977	96,53	100,60
28	Q4 1977	95,1	97,75

	DATE	sp500	Fit for sp500
29	Q1 1978	89,21	95,90
30	Q2 1978	95,53	91,22
31	Q3 1978	102,54	94,24
32	Q4 1978	96,11	100,05
33	Q1 1979	101,59	97,29
34	Q2 1979	102,91	100,30
35	Q3 1979	109,32	102,13
36	Q4 1979	107,94	107,16
37	Q1 1980	105,36	107,71
38	Q2 1980	113,72	106,06
39	Q3 1980	127,14	111,42
40	Q4 1980	131,44	122,42
41	Q1 1981	134,94	128,74
42	Q2 1981	129,06	133,08
43	Q3 1981	118,77	130,27
44	Q4 1981	119,13	122,22
45	Q1 1982	117,09	120,06
46	Q2 1982	109,82	117,98
47	Q3 1982	121,79	112,27
48	Q4 1982	138,91	118,93
49	Q1 1983	152,96	132,92
50	Q2 1983	168,11	146,95
51	Q3 1983	166,07	161,76
52	Q4 1983	164,93	164,78
53	Q1 1984	159,18	164,88
54	Q2 1984	153,18	160,89
55	Q3 1984	166,1	155,49
56	Q4 1984	167,24	162,92

QUESTION b

Initial Smoothing State

	sp500
Level	112,81625

Smoothing Parameters

Series	Alpha (Level)	Sums of Squared Errors	df error
sp500	1,00000	3759,737	55

Shown here are the parameters with the smallest Sums of Squared Errors. These parameters are used to forecast.

QUESTION c

Initial Smoothing State

	sp500
Level	99,70155
Trend	1,21691

Smoothing Parameters

Series	Alpha (Level)	Gamma (Trend)	Sums of Squared Errors	df error
sp500	1,00000	,00000	3522,253	54

Shown here are the parameters with the smallest Sums of Squared Errors. These parameters are used to forecast.

Case Summaries^a

	DATE.	sp500	Fit for sp500 from EXSMOOTH, MOD_4 HO A1,00 G ,00	Error for sp500 from EXSMOOTH, MOD_4 HO A1,00 G ,00
1	Q1 1985	180,66	168,45691	12,20309
2	Q2 1985	191,85	169,67382	22,17618
3	Q3 1985	182,08	170,89073	11,18927
4	Q4 1985	211,28	172,10764	39,17236
5	Q1 1986	.	173,32455	.
Total	N	5	4	5

a. Limited to first 100 cases.

QUESTION d

Initial Smoothing State

		sp500
Seasonal	1	100,25251
Indices	2	99,56698
	3	99,74991
	4	100,43060
Level		97,62192
Trend		1,18154

Smoothing Parameters

Series	Alpha (Level)	Gamma (Trend)	Delta (Season)	Sums of Squared Errors	df error
sp500	1,00000	,00000	,00000	3504,123	51

Shown here are the parameters with the smallest Sums of Squared Errors. These parameters are used to forecast.

Case Summaries^a

		DATE.	sp500	Fit for sp500 from EXSMOOTH, MOD_5 WI A1,00 G ,00 D ,00	Error for sp500 from EXSMOOTH, MOD_5 WI A1,00 G ,00 D ,00
1		Q1 1985	180,66	168,12795	12,53205
2		Q2 1985	191,85	168,15472	23,69528
3		Q3 1985	182,08	169,64223	12,43777
4		Q4 1985	211,28	171,98650	39,29350
5		Q1 1986	.	172,86604	.
Total	N	5	4	5	4

a. Limited to first 100 cases.

QUESTION e

Time Series Modeler

Model Description

Model ID	sp500	Model_1	Model Type
			ARIMA(0,1,0)(0,0,0)

ARIMA Model Parameters

	sp500-Model_1	
	sp500	
	No Transformation	
	Constant	Difference
Estimate	1,217	1
SE	1,089	
t	1,118	
Sig.	,269	

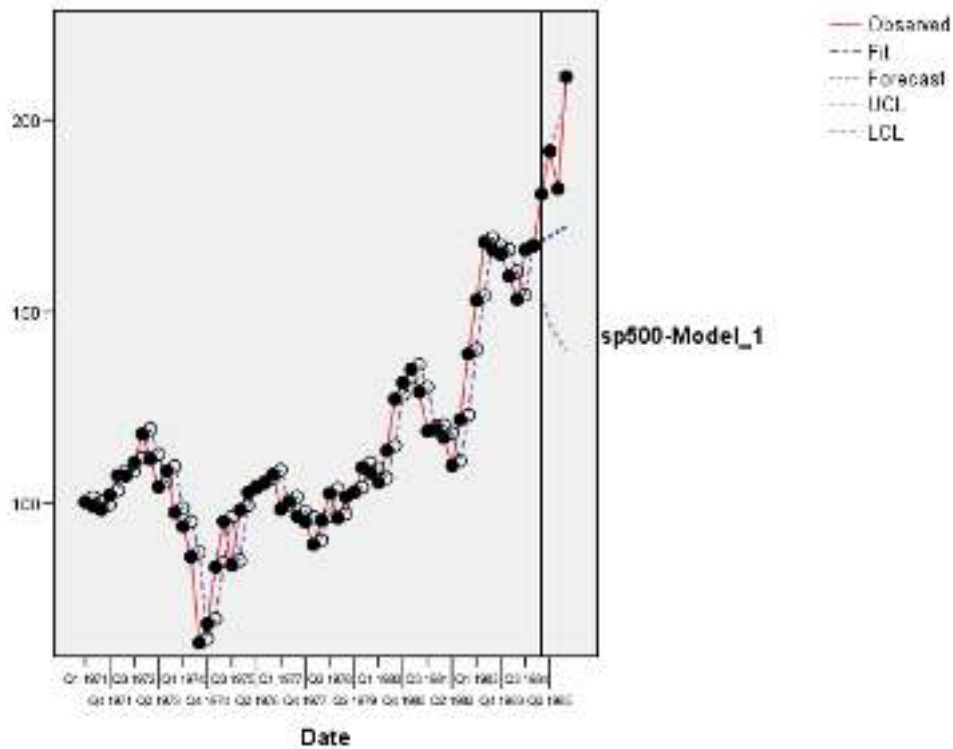
Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics	Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		RMSE	Statistics	DF	Sig.	
sp500-Model_1	0	8,076	15,315	18	,640	0

Forecast

Model		Q1 1985	Q2 1985	Q3 1985	Q4 1985
sp500-Model_1	Forecast	168,46	169,67	170,89	172,11
	UCL	184,65	192,57	198,93	204,49
	LCL	152,27	146,78	142,85	139,73

For each model, forecasts start after the last non-missing in the range of the requested estimation period, and end at the last period for which non-missing values of all the predictors are available or at the end date of the requested forecast period, whichever is earlier.



III. Ventes de champagne

Nous avons étudié sur la série champagne, donnée dans le tableau 1 et visualisée dans la figure 1, la méthode de Winters. Nous avons utilisé le logiciel SPSS pour optimiser la recherche des valeurs initiales et des constantes de lissage. Les 93 premières observations sont utilisées pour optimiser les paramètres du modèle et les 12 dernières pour comparer prévisions et réalités. A l'instant 0 les valeurs initiales suivantes ont été trouvées :

Initial Smoothing State		
		champagn
Seasonal	1	73,05851
Indices	2	67,43095
	3	81,49642
	4	83,91526
	5	92,57661
	6	88,61501
	7	73,56785
	8	36,17448
	9	92,43837
	10	120,75980
	11	174,76449
	12	215,20225
	Level	
Trend		21,22801

1. Calculer la prévision \hat{X}_1 de X_1 .
2. On a obtenu les constantes de lissage optimales suivantes : $\alpha = 0.04$ $\beta = \gamma = 0$.
Calculer S_1 , T_1 , et I_1 .
Calculer S_2 , T_2 , et I_2 .
3. Sachant que $S_{93} = 6594$, calculer $\hat{Y}_{93}(1)$, $\hat{Y}_{93}(2)$, $\hat{Y}_{93}(3)$, et $\hat{Y}_{93}(12)$.
Comparer ces prévisions aux valeurs réelles : donner les erreurs de prévision.

Tableau 1 : Ventes de champagne

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1962	2815	2672	2755	2721	2946	3036	2282	2212	2922	4301	5764	7312
1963	2541	2475	3031	3266	3776	3230	3028	1759	3595	4474	6838	8357
1964	3113	3006	4047	3523	3937	3986	3260	1573	3528	5211	7614	9254
1965	5375	3086	3718	4514	4520	4539	3663	1643	4739	5428	8314	10651
1966	3633	4292	4154	4121	4647	4753	3965	1723	5048	6922	9858	11331
1967	4016	3957	4510	4276	4968	4677	3523	1821	5222	6872	10803	13916
1968	2639	2899	3370	3740	2927	3986	4217	1738	5221	6424	9842	13076
1969	3934	3162	4286	4676	5010	4874	4633	1649	5951	6981	9851	12670
1970	4348	3564	4577	4788	4618	5312	4298	1431	5877			

Figure 1 : Ventes de champagne

