



département  
**Mathématiques**

Master MAS, parcours M2 SMSD, Université Claude Bernard Lyon 1

UE: Méthodes Statistiques Paramétriques,

Année 2022-2023

Examen du 29 mars 2023,

Documents écrits et calculatrice autorisés,

Appareils connectables interdits. Durée 2h30

**Avant de commencer la rédaction de vos réponses, lisez avec attention ces consignes:** *Les exercices ont été réalisés avec SAS. Les modèles (M1)-(M10) sont spécifiés sur la feuille avec le code, mais aussi sur les sorties associées.*

*Les tests d'hypothèse sont à faire pour un seuil  $\alpha = 0.05$ . Ecrire les hypothèses à tester, les statistiques de test et leurs lois (si elles ont été faites en cours). Si un même type de test d'hypothèse se répète, il faut donner les détails pour un seul exemple, pour les autres cas, il faut donner seulement la conclusion.*

*Pour répondre aux questions, il faut lire avec attention les indications données en italique.*

#### Exercice 1.

Les données *OrangeCounty* pour cet exercice proviennent du package *AER* du logiciel R, mais elles ont été traitées avec le logiciel SAS. Nous nous intéressons à la variable *employment* qui contient l'emploi trimestriel dans le comté d'Orange entre 1965 et 1983. Au total il y a 76 observations. On partage les données en deux parties:

- *données d'apprentissage*: les premières 70 observations;
- *données de test*: les dernières 6 observations.

Dans le code SAS, les variables *\_N\_* et *t* représentent le numéro de l'observation. Les modèles (M1)-(M5) sont construits sur les données d'apprentissage.

- 1) Justifiez (*test d'hypothèse*) pourquoi on modélise la variable *employment* par une série chronologique. (modèle (M1))
- 2) Le modèle (M1) est-il stationnaire? Justification.
- 3) Pourquoi on a considéré les modèles (M2) et (M3)? Comment ces deux modèles sont obtenus? La variable modélisée par le modèle (M3) est-elle stationnaire? (*Appuyez vos réponses par des tests d'hypothèse et des graphiques*) Comment la variable modélisée par le modèle (M3) s'écrit fonction de la variable d'origine *employment*?
- 4) Pourquoi on a considéré les modèles (M4) et (M5)?
- 5) Donnez la forme statistique correspondante au modèle (M4). Donnez les estimations des paramètres de ce modèle. Ces paramètres sont-ils significatifs? Le modèle (M4) est-il significatif? Est-ce que les résidus de ce modèle sont un bruit blanc? (*Pour toutes ces questions, justifiez vos réponses par des tests d'hypothèse, si faits en cours*)
- 6) Donnez la forme du modèle statistique correspondant au modèle (M5). Donnez les estimations des paramètres de ce modèle. Ces paramètres sont-ils significatifs? Le modèle (M5) est-il significatif? Est-ce que les résidus de ce modèle sont un bruit blanc? (*donnez moins de détails, sachant qu'ils ont été déjà donnés à la question précédente*)
- 7) Quel modèle a été choisi entre (M4) et (M5)? Justifiez votre réponse.
- 8) Seulement la prévision par le modèle choisi à la question 7) de la variable *employment* sur les données de test est d'intérêt. On représente en graphique la vraie valeur, la prévision ponctuelle et l'intervalle de confiance de la prévision. Commentez les résultats.

#### Exercice 2.

Les données *myeloid* pour cet exercice proviennent du package *survival* du logiciel R, mais elles ont été traitées avec le logiciel SAS. Les données sont simulées et concernent une étude de la leucémie myéloïde aiguë.

Le fichier *myeloid.txt* contient des observations pour les variables suivantes:

*id*: identifiant unique pour un patient  
*trt*: le traitement, qui prend deux valeurs: *A* et *B*;  
*ftime*: le délai (en jours) jusqu'au décès ou jusqu'au dernier suivi  
*death*: 1 = si décès du patient, 0 = sinon,  
*txtime*: le délai jusqu'à la greffe de cellules souches hématopoïétiques;  
*crttime*: le temps jusqu'à la réponse ;  
*rltime*: le temps jusqu'à la rechute de la maladie;

- 1) Quelle fonction est modélisée par la courbe associée au modèle (M6)? Commentez cette courbe.
- 2) Avec approximation, après combien de jours la probabilité qu'un patient décède est de 0.40?
- 3) Qu'est ce qu'on modélise par le modèle (M7)? Ecrivez la forme statistique du modèle (M7). Quelles sont les variables significatives de ce modèle? (*tests d'hypothèse, détails pour une seule variable, pour les autres donnez seulement la conclusion*).
- 4) Pour le modèle (M8) donnez sa forme statistique et les estimations de tous les paramètres. Interprétez les estimations des paramètres. Comparez les modèles avec et sans les variables explicatives (*par tests d'hypothèse et indicateurs quantitatifs*). Conclusion concernant les variables significatives.

### Exercice 3.

Les données *Remifentanil* pour cet exercice proviennent du package *nlme* du logiciel R, mais elles ont été traitées avec le logiciel SAS. Une perfusion intraveineuse de rémifentanil (un analgésique puissant) à des débits différents sur des périodes de temps variables a été appliquée à un total de 65 patients. Des mesures de concentration de rémifentanil et de plusieurs variables ont été prises.

Les variables d'intérêt du fichier *Remifentanil.txt* sont:

*Time* : le temps depuis le début de la perfusion (en minutes);  
*Conc*: la concentration de rémifentanil dans l'organisme (en ng/ml) (numérique) ;  
*Rate*: le débit de la perfusion (en  $\mu\text{g} / \text{min}$ );  
*Amt*: la quantité de rémifentanil administrée dans l'intervalle de temps en cours (en  $\mu\text{g}$ );  
*Age*: l'âge du patient (en années);  
*Sex*: le genre du patient, un facteur avec deux niveaux: *Femme* et *Homme*;  
*Ht*: la taille du patient en cm;  
*Wt*: le poids du patient en kg;  
*BSA*: la surface du corps ;  
*LBM*: la masse corporelle.

- 1) Donnez la forme statistique du modèle (M9). Il s'agit de quel type de modèle?
- 2) Quelles sont les variables explicatives significatives du modèle (M9)? (*tests d'hypothèse*). Conclusion.
- 3) Donnez la forme statistique du modèle (M10). Donnez les estimations des paramètres du modèle (M10). Etudiez la significativité des paramètres (*tests d'hypothèse*). Interprétez les estimations des paramètres.

```

/* Exercice 1, data "Goldsilver" du package "AER" */
data OrangeCounty ;
infile 'OrangeCounty.txt' firstobs=2;
input employment gnp ;
run;

```

```

data apprentissage;
set OrangeCounty;
if _N_ <= 70; run;
data test ;
set OrangeCounty;
if _N_ > 70;
run;

```

```

proc arima data=apprentissage ;
identify var=employment ; run; (M1)
identify var=employment(1) ; run; (M2)
identify var=employment(1,4) stationarity=(dickey=6); run; (M3)
estimate q=1; run; (M4) (M5)
estimate p=7; run;
forecast lead=6 out=previsoin noprint; run; /* le tableau "previsoin contient la
previsoin, avec l'intervalle de confiance */
quit;

```

```

data prev; /* contient les prévisions seulement pour l'ensemble de test */
set prevision;
drop residual employment STD;
if _N_ > 70; run; /* on considère les obs de test */
data compar; /* contient les vraies valeurs, la prévision et les bornes de l'IC de
la prév */
merge test prev;
t=_N_;
run;

```

```

symbol1 v=triangle c=blue h=1 interpol=none;
symbol2 v=none c=red interpol=join w=2;
symbol3 v=none c=green interpol=join l=2 w=1;
symbol4 v=none c=green interpol=join w=1 l=2;
options ftext="arial" htext=1 ctext=black;
legend1 label=none value=( "valeurs observées" "valeurs prédites" "borne inf"
"borne sup") position=(top inside left) cborder=blue cshadow=blue across=1
cframe=yellow ;

```

```

proc gplot data=compar;
plot employment*t Forecast*t L95*t U95*t / overlay legend=legend1;
title "Résultats prédiction" ;
run;

```

pour les  
représentation  
graphique

```

/* Exercice 2, data "myeloid", package "survival" */
data myeloid ;
infile 'myeloid.txt' firstobs=2;
input id trt$ futime death txtime crtime rtime;
run;

```

```

proc lifetest data=myeloid plot=(s) notable;
title "Exercice 2";
time futime*death(0);
run;

```

{ (M6)

```

proc phreg data=myeloid ;
class trt;
model futime*death(0)=trt txtime crtime rtime;
run;
proc phreg data=myeloid ;
model futime*death(0)= rtime;
run;

```

{ (M7)

{ (M8)

```

/* Exercice 3, donnée "Remifentanil" du package "nlme" */
data Remifentanil;
infile 'Remifentanil.txt' firstobs=2;
input ID Subject Time conc Rate Amt Age Sex$ Ht Wt BSA LBM ;
run;

```

```

proc mixed data=Remifentanil covtest;
title "Exercice 3";
class sex;
model conc= time rate amt sex ht wt bsa lbm/ s;
random age / g s;
run;

```

{ (M9)

```

proc mixed data=Remifentanil covtest;
model conc= time rate amt / s;
random age / g s;
run;

```

{ (M10)

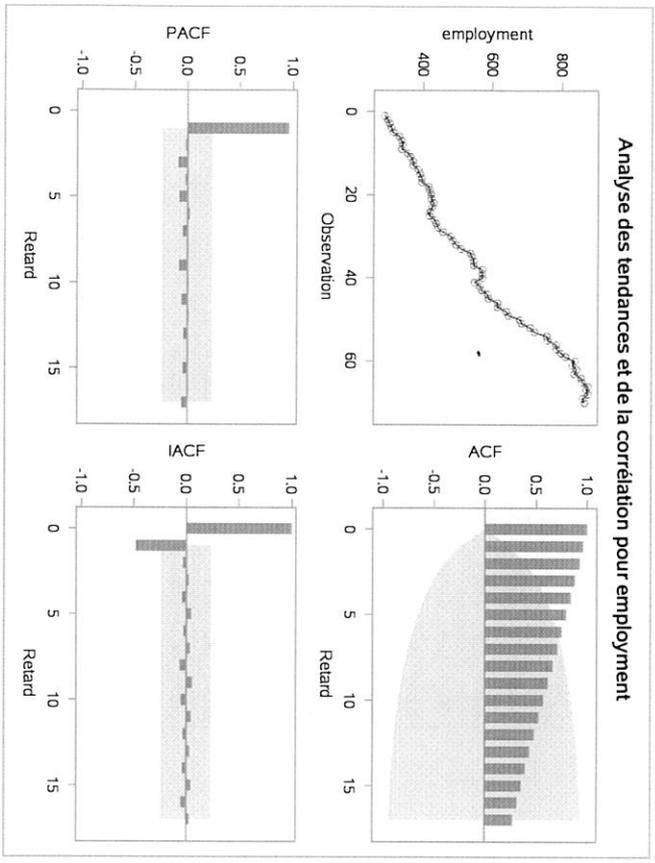


**Exercice 3**

La procédure ARIMA

Nom de la variable = employment	
Moyenne des séries de travail	560,1044
Ecart-type	184,9966
Nombre d'observations	70

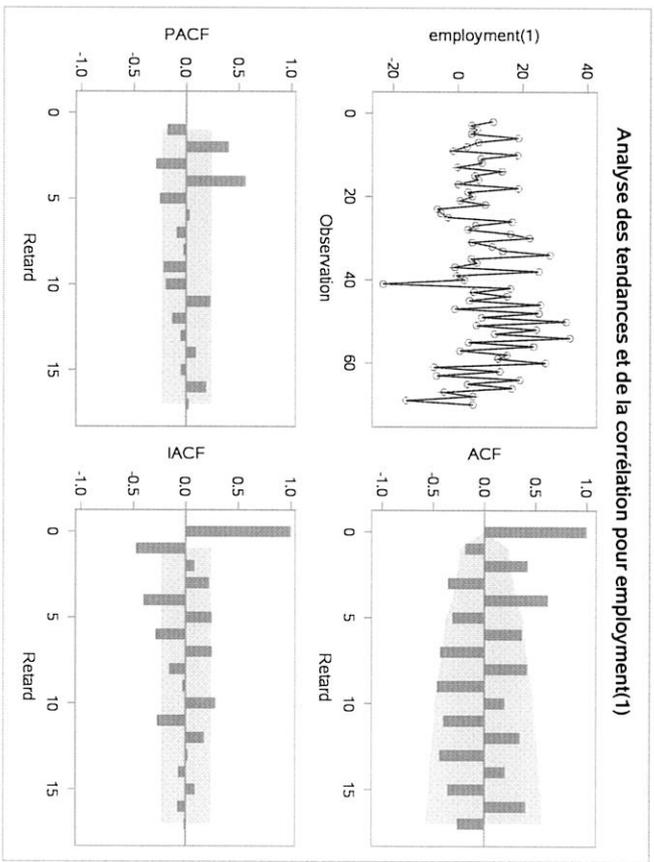
Jusqu'au retard		DDL		Pr > Khi-2		Autocorrélations	
6	337,06	6	<0,0001	0,962	0,925	0,883	0,841
12	515,70	12	<0,0001	0,706	0,664	0,617	0,573
						0,526	0,483



Nom de la variable = employment	
Période(s) de différenciation	1
Moyenne des séries de travail	8,377681
Ecart-type	10,93284
Nombre d'observations	69
Observation(s) éliminé(s) par la différenciation	1

La procédure ARIMA

Jusqu'au retard		DDL		Pr > Khi-2		Autocorrélations	
6	72,41	6	<0,0001	-0,186	0,424	-0,359	0,624
12	145,85	12	<0,0001	-0,436	0,419	-0,461	0,195
						-0,400	0,346



Nom de la variable = employment	
Période(s) de différenciation	1,4
Moyenne des séries de travail	-0,54755
Ecart-type	9,076885
Nombre d'observations	65
Observation(s) éliminé(s) par la différenciation	5

Jusqu'au retard		DDL		Pr > Khi-2		Autocorrélations	
6	18,63	6	0,0048	0,446	0,082	-0,048	-0,171
12	32,50	12	0,0012	-0,176	-0,198	-0,220	-0,161
						0,004	-0,182

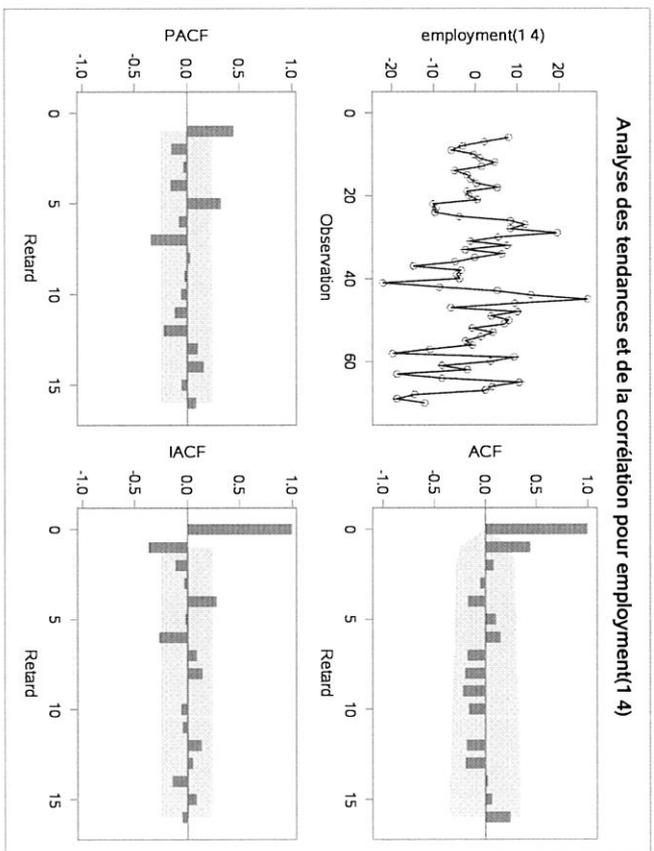
La procédure ARIMA

Tests de racine unitaire de Dickey-Fullier augmentés

Type	Réards	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Moyenne zéro	0	-34.5435	<0.001	-4.78	<0.001		
	1	-45.4442	<0.001	-4.52	<0.001		
	2	-49.1835	<0.001	-3.83	0.0002		
	3	-111.972	0.0001	-4.00	0.0001		
	4	-20.4009	0.0009	-2.31	0.0211		
	5	-27.1229	<0.001	-2.34	0.0198		
	6	126.7599	0.9999	-3.26	0.0015		
Moyenne simple	0	-34.6908	0.0006	-4.77	0.0003	11.40	0.0010
	1	-45.5573	0.0006	-4.50	0.0006	10.17	0.0010
	2	-49.1976	0.0006	-3.81	0.0045	7.30	0.0010
	3	-111.823	0.0001	-3.97	0.0028	7.92	0.0010
	4	-20.4911	0.0059	-2.30	0.1738	2.72	0.3863
	5	-27.2853	0.0007	-2.33	0.1661	2.77	0.3746
	6	127.4975	0.9999	-3.24	0.0222	5.32	0.0324
Tendance	0	-35.4209	0.0007	-4.80	0.0013	11.53	0.0010
	1	-46.7507	0.0001	-4.55	0.0028	10.39	0.0010
	2	-50.8520	0.0001	-3.87	0.0191	7.63	0.0215
	3	-121.071	0.0001	-4.07	0.0113	8.50	0.0053
	4	-21.9920	0.0282	-2.39	0.3829	2.98	0.5874
	5	-30.4471	0.0027	-2.43	0.3609	3.11	0.5610
	6	109.4805	0.9999	-3.35	0.0688	5.73	0.0873

(M3)

La procédure ARIMA



(M3)

Estimation des moindres carrés conditionnels

Paramètre	Estimation	Erreur Type	Valeur du test t	Approx Pr >  t	Réard
MU	-0.47591	1.53113	-0.31	0.7570	0
MA1,1	-0.53132	0.10731	-4.95	<0.001	1

Estimation constante	-0.47591
Estimation variance	66.07401
Erreur Type Valeur estimée	8.128592
AIC	458.831
SBC	463.1798
Nombre de résidus	65

\* AIC et SBC ne contiennent pas de Log déterminant

Corrélations des résultats estimés du paramètre

Paramètre	MU	MA1,1
MU	1.000	-0.005
MA1,1	-0.005	1.000

(M4)

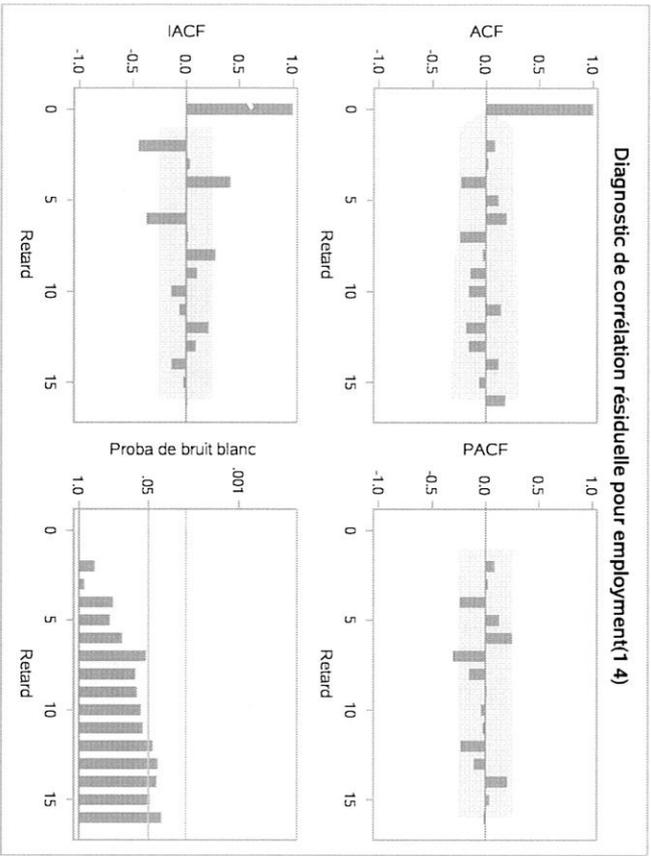
La procédure ARIMA

Vérification de l'autocorrélation des résidus			
Jusqu'au retard	Khi-2	DDL	Pr > Khi-2
6	8.02	5	0.1551
12	20.30	11	0.0414
18	34.50	17	0.0072
24	40.56	23	0.0133

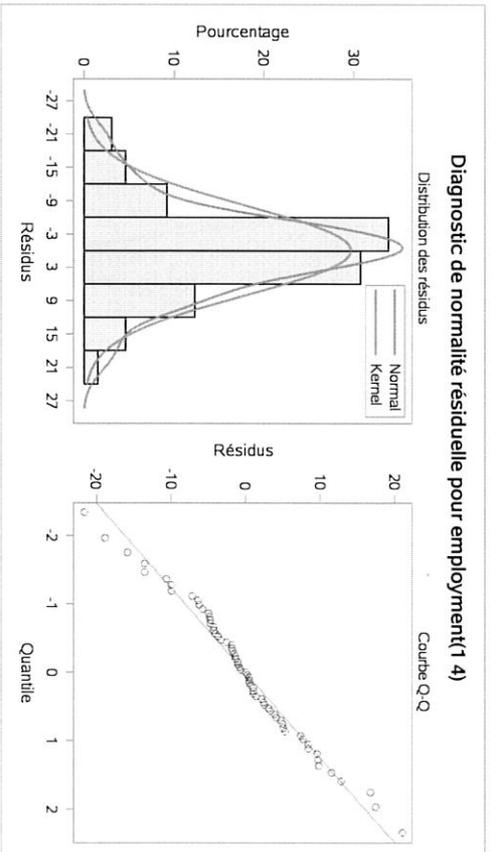
  

Autocorrélations			
Retard	Autocorrélation	Pr >  r	Pr >  r
1	0.082	0.022	0.116
2	-0.240	-0.144	0.141
3	0.121	-0.062	0.205
4	-0.059	0.067	0.104
5	0.122	0.126	0.104

Diagnostic de corrélation résiduelle pour employment(1 4)



La procédure ARIMA



Diagnostic de normalité résiduelle pour employment(1 4)

Modèle pour la variable employment	
Moyenne estimée	-0.47591
Période(s) de différenciation	1,4

Facteurs de la moyenne mobile  
Facteur 1: 1 + 0.53132 B<sup>m</sup>(1)

Estimation des moindres carrés conditionnels				
Paramètre	Estimation	Erreur type	Valeur du test t	Approx Pr >  t
MU	-0.28960	1.24508	-0.23	0.8169
AR1.1	0.55622	0.12491	4.45	<.0001
AR1.2	-0.05368	0.14429	-0.37	0.7113
AR1.3	-0.03503	0.14206	-0.25	0.8061
AR1.4	-0.29361	0.13555	-2.17	0.0345
AR1.5	0.31994	0.14163	2.26	0.0277
AR1.6	0.14004	0.15184	0.92	0.3603
AR1.7	-0.38560	0.13484	-2.86	0.0059

Estimation constante	-0.2177
Estimation variance	54.7922
Erreur type Valeur estimée	7.402176
AIC	452.1558

(M4)

(M5)

(M4)

La procédure ARIMA

SBC	469.5509
Nombre de résidus	65

\* AIC et SBC ne contiennent pas de Log déterminant

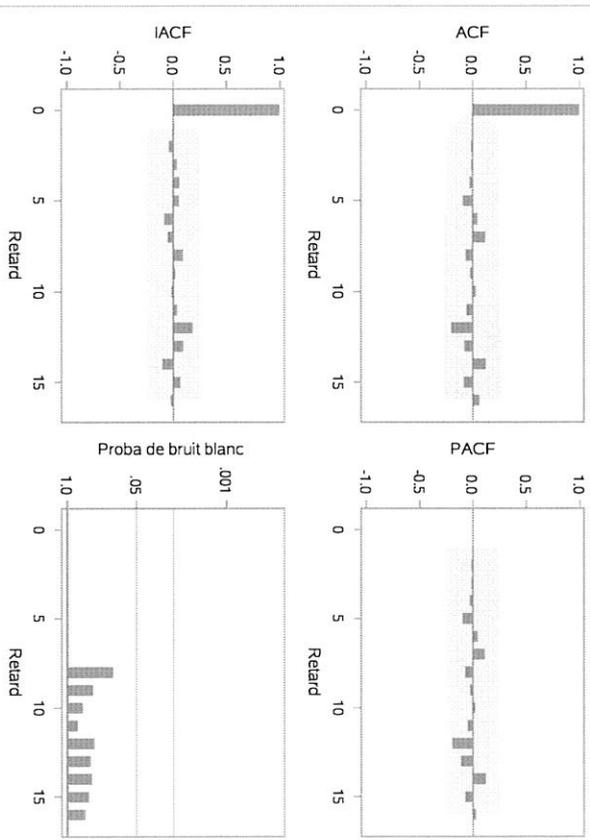
Corrélations des résultats estimés du paramètre								
Paramètre	MU	AR1,1	AR1,2	AR1,3	AR1,4	AR1,5	AR1,6	AR1,7
MU	1.000	0.016	0.002	-0.043	-0.015	-0.015	0.014	-0.044
AR1,1	0.016	1.000	-0.504	0.192	-0.112	0.322	-0.349	0.100
AR1,2	0.002	-0.504	1.000	-0.498	0.192	-0.238	0.409	-0.328
AR1,3	-0.043	0.192	-0.498	1.000	-0.459	0.211	-0.275	0.341
AR1,4	-0.015	-0.112	0.192	-0.459	1.000	-0.451	0.209	-0.160
AR1,5	-0.015	0.322	-0.238	0.211	-0.451	1.000	-0.501	0.184
AR1,6	0.014	-0.349	0.409	-0.275	0.209	-0.501	1.000	-0.504
AR1,7	-0.044	0.100	-0.328	0.341	-0.160	0.184	-0.504	1.000

Vérification de l'autocorrélation des résidus				
Jusqu'au retard	Khi-2	DDL	Pr > Khi-2	Autocorrélations
6	.	0	.	-0.002 -0.014 -0.013 -0.031 -0.094 0.045
12	6.06	5	0.3000	0.114 -0.068 -0.024 0.027 -0.059 -0.206
18	12.96	11	0.2958	-0.080 0.123 -0.083 0.060 0.162 -0.139
24	14.50	17	0.6314	0.060 -0.037 0.041 -0.083 0.039 0.018

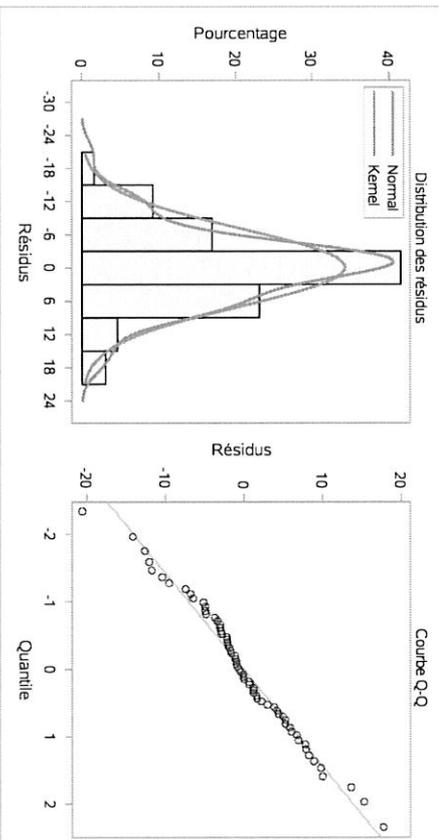
(MS)

La procédure ARIMA

Diagnostic de corrélation résiduelle pour employment(1 4)



Diagnostic de normalité résiduelle pour employment(1 4)



Modèle pour la variable employment	
Moyenne estimée	-0.2896
Période(s) de différenciation	1,4

(MS)

La procédure ARIMA

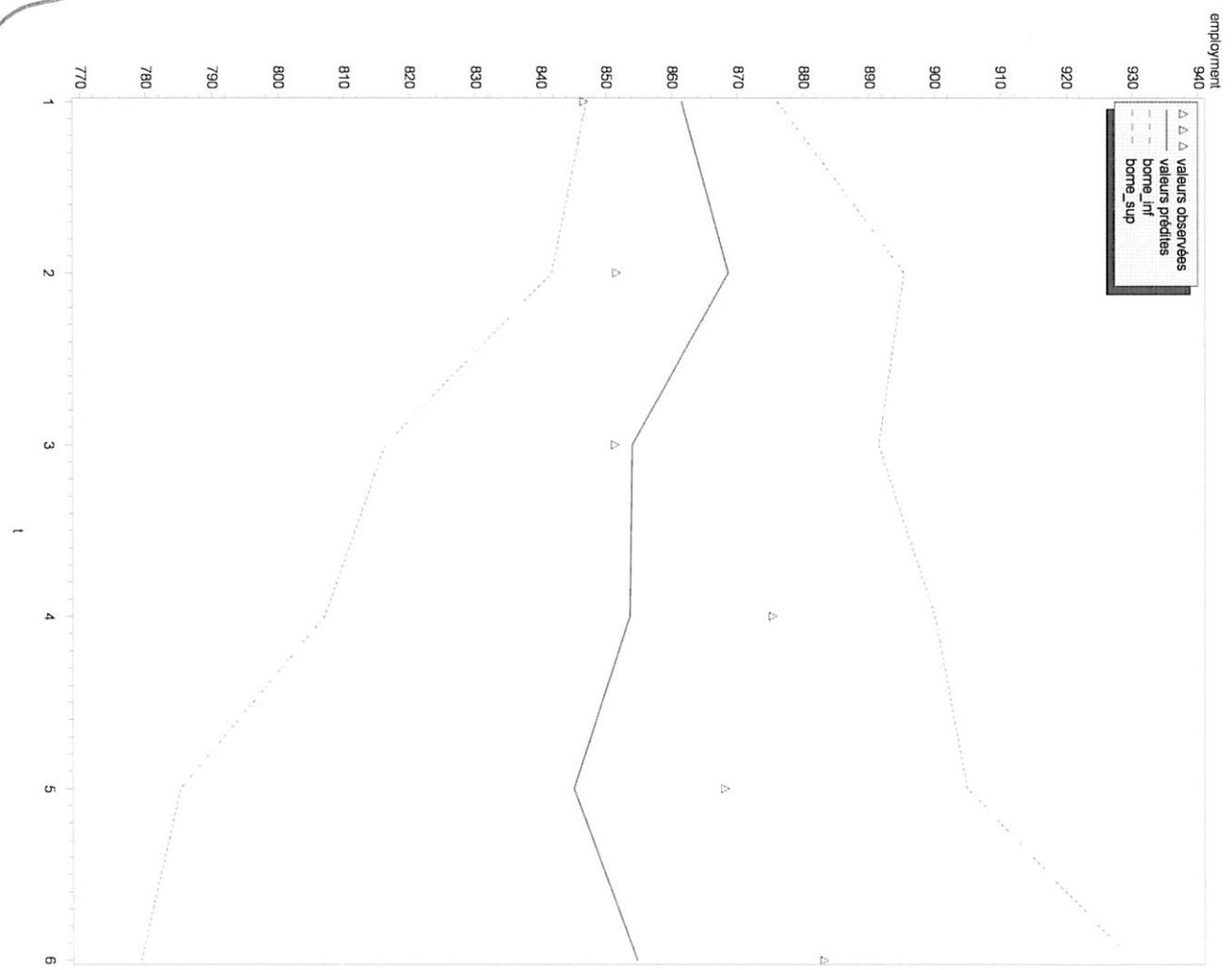
Facteurs autorégressifs

Facteur 1:  $1 - 0.55622 B^{**}(1) + 0.05368 B^{**}(2) + 0.03503 B^{**}(3) + 0.29361 B^{**}(4) - 0.31994 B^{**}(5) - 0.14004 B^{**}(6) + 0.3856 B^{**}(7)$

(M5)

question 8)

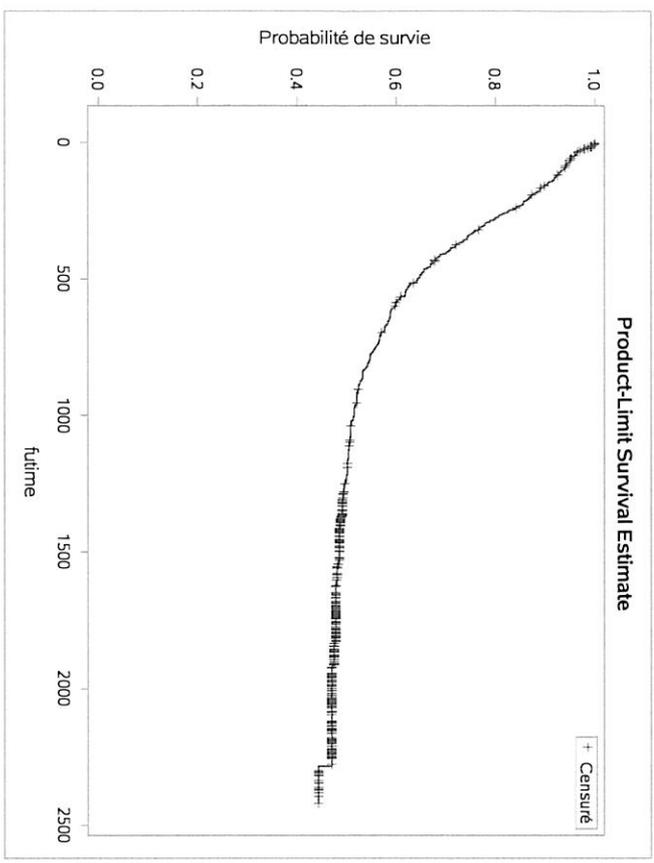
Résultats prédiction



# EXERCICE 2

La pnc LIFEESI

Exercice 2



Récapitulatif du nombre de valeurs censurées et non censurées			
Total	A échoué	Censuré	Pourcentage censuré
646	320	326	50.46

La procédure PHREG

Informations sur le modèle	
Table	WORK.MYELOID
Variable dépendante	fulime
Variable de censure	death
Valeur(s) de censure	0
Ties Handling	BRESLOW

Nombre d'observations lues	646
Nombre d'observations utilisées	136

(M7)

La procédure PHREG

Informations sur les niveaux de classe		
Classe	Valeur	Variables d'expérience
tr	A	1
	B	0

Récapitulatif du nombre d'événements et de valeurs censurées			
Total	Événement	Censuré	Pourcentage censuré
136	89	47	34.56

Etat de convergence	
Critère de convergence (GCONV=TE-8) respecté.	

Statistique d'ajustement du modèle			
Critère	Sans covariables	Avec covariables	
-2 LOG L	786.881	762.067	
AIC	786.881	770.067	
SBC	786.881	780.022	

Test de l'hypothèse nulle globale : BETA=0			
Test	Khi-2	DDL	Pr > Khi-2
Rapport de vrais	24.8142	4	<.0001
Score	20.0314	4	0.0005
Wald	20.1988	4	0.0005

Tests Type 3			
Effet	DDL	Khi-2 de Wald	Pr > Khi-2
tr	1	1.0545	0.3045
bxime	1	0.0567	0.8119
critme	1	0.3046	0.5810
rlime	1	9.2009	0.0024

(M7)

La procédure PHREG

Analyse des valeurs estimées du maximum de vraisemblance							
Paramètre	DDL	Valeur estimée des paramètres	Erreur type	Khi-2	Pr > Khi-2	Rapport de risque	Libellé
tr	1	0.22299	0.21715	1.0545	0.3045	1.250	tr A
bttime	1	-0.0001571	0.0006599	0.0567	0.8119	1.000	
crtime	1	-0.00193	0.00350	0.3046	0.5810	0.998	
rltime	1	-0.00215	0.0007088	9.2009	0.0024	0.998	

La procédure PHREG

Informations sur le modèle	
Table	WORK.MYELOID
Variable dépendante	tuime
Variable de censure	death
Valeur(s) de censure	0
Tics Handling	BRESLOW

Nombre d'observations lues	646
Nombre d'observations utilisées	226

Récapitulatif du nombre d'événements et de valeurs censurées			
Total	Événement	Censuré	Pourcentage censuré
226	168	58	25.66

Etat de convergence	
Critère de convergence (GCONV=1E-8) respecté.	

Statistique d'ajustement du modèle			
Critère	Sans covariables	Avec covariables	
-2 LOG L	1627.064	1572.676	
AIC	1627.064	1574.676	
SBC	1627.064	1577.800	

Test de l'hypothèse nulle globale : BETA=0			
Test	Khi-2	DDL	Pr > Khi-2
Rapport de vrais	54.3874	1	<.0001
Score	38.6794	1	<.0001
Wald	40.0523	1	<.0001

La procédure PHREG

Analyse des valeurs estimées du maximum de vraisemblance						
Paramètre	DDL	Valeur estimée des paramètres	Erreur type	Khi-2	Pr > Khi-2	Rapport de risque
rltime	1	-0.00252	0.0003981	40.0523	<.0001	0.987

EXERCICE 3  
La Procédure Mixed

Informations sur le modèle	
Table	WORK.REMIFENTANIL
Variable dépendante	conc
Structure de covariance	Composants de la variance
Méthode d'estimation	REML
Méthode de variance résiduelle	Profil
Méthode SE des effets fixes	Basé(e) sur le modèle
Méthode des degrés de liberté	Containment

Informations sur les niveaux de classe		
Classe	Niveaux	Valeurs
Sex	2	Femelle Male

Dimensions	
Paramètres de covariance	2
Colonnes dans X	10
Colonnes dans Z	1
Sujets	1
Max. obs. par sujet	1992

Nombre d'observations	
Nb d'observations lues	2107
Nb d'obs. utilisées	1992
Nb d'obs. non utilisées	115

Historique des itérations			
Itération	Evaluations	-2 Log-vrais. restreinte	Critère
0	1	17617.09710341	
1	1	17616.85998905	0.00000000

Correspond aux critères de convergence.

Exercice 3

La procédure Mixed

Matrice G estimée		
Ligne	Effet	Col1
1	Age	0.000525

Valeur estimée du paramètre de covariance				
Param. de cov.	Estimation	Erreur type	Valeur Z	Pr > Z
Age	0.000525	0.001611	0.33	0.3722
Residual	403.68	12.8234	31.48	<0.001

Tests d'ajustement	
-2 log-vraisemblance restreinte	17616.9
AIC (préférer les petites valeurs)	17620.9
AICC (préférer les petites valeurs)	17620.9
BIC (préférer les petites valeurs)	17616.9

Solution pour effets fixes						
Effet	Sex	Estimation	Erreur type	DDL	Valeur du test t	Pr >  t
Intercept		59.2543	24.3352	1982	2.43	0.0150
Time		-0.3334	0.02095	1982	-15.92	<.0001
Rate		0.08232	0.006818	1982	12.07	<.0001
Ami		0.07093	0.005194	1982	13.66	<.0001
Sex	Female	0.4745	3.7203	1982	0.13	0.8985
Sex	Male	0	.	.	.	.
HT		-0.5980	0.5556	1982	-1.08	0.2819
Wt		-0.5057	0.7757	1982	-0.65	0.5145
BSA		37.4948	70.9721	1982	0.53	0.5973
LBM		0.6553	0.6095	1982	1.08	0.2824

Solution pour effets aléatoires					
Effet	Estimation	Err Type Préd	DDL	Valeur du test t	Pr >  t
Age	-0.01556	0.01683	1982	-0.92	0.3551

Exercice 3

La procédure Mixed

Tests des effets fixes de type 3				
Effet	DDL num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Time	1	1982	253.33	<.0001
Rate	1	1982	145.79	<.0001
Ami	1	1982	186.50	<.0001
Sex	1	1982	0.02	0.8985
HT	1	1982	1.16	0.2819
Wt	1	1982	0.42	0.5145
BSA	1	1982	0.28	0.5973
LBM	1	1982	1.16	0.2824

Informations sur le modèle	
Table	WORK.REMIMENTANIL
Variable dépendante	conc
Structure de covariance	Composants de la variance
Méthode d'estimation	REML
Méthode de variance résiduelle	Profil
Méthode SE des effets fixes	Basé(e) sur le modèle
Méthode des degrés de liberté	Confinement

Dimensions	
Paramètres de covariance	2
Colonnes dans X	4
Colonnes dans Z	1
Sujets	1
Max. obs. par sujet	1992

Nombre d'observations	
Nb d'observations lues	2107
Nb d'obs. utilisées	1992
Nb d'obs. non utilisées	115

Historique des itérations			
Itération	Evaluations	-2 Log-vrais. restreinte	Critère
0	1	17663.91047944	
1	1	17662.29504495	0.00000000

(mg)

(mg)

(mg)

**Exercice 3**

**La procédure Mixed**

Correspond aux critères de convergence.

Matrice G estimée		
Ligne	Effet	Col1
1	Age	0.001645

Valeur estimée du paramètre de covariance				
Param. de cov.	Estimation	Erreur type	Valeur Z	Pr > Z
Age	0.001645	0.003100	0.53	0.2979
Residual	410.81	13.0333	31.52	<.0001

Tests d'ajustement	
-2 log vraisemblance restreinte	17662.3
AIC (préférer les petites valeurs)	17666.3
AICC (préférer les petites valeurs)	17666.3
BIC (préférer les petites valeurs)	17662.3

Solution pour effets fixes					
Effet	Estimation	Erreur type	DDL	Valeur du test t	Pr >  t
Intercept	25.3531	1.1922	1987	21.27	<.0001
Time	-0.3123	0.02079	1987	-15.02	<.0001
Rate	0.08519	0.006865	1987	12.41	<.0001
Amt	0.07249	0.005229	1987	13.86	<.0001

Solution pour effets aléatoires					
Effet	Estimation	Err Type Préd	DDL	Valeur du test t	Pr >  t
Age	-0.03513	0.02026	1987	-1.73	0.0831

Tests des effets fixes de type 3				
Effet	DDL num.	DDL den.	Valeur F	Pr > F
Time	1	1987	225.64	<.0001
Rate	1	1987	153.96	<.0001
Amt	1	1987	192.15	<.0001

(M10)

