

# Table des matières

<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>7</b>
<b>PREFACE</b>	<b>13</b>
<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>17</b>
<b>CHAPITRE 1 CONCEPTS ET DEFINITIONS</b>	<b>25</b>
1.1 Horizon de prévision	25
1.2 Types de prévision	25
1.3 Prévisions de séries chronologiques	26
1.4 Ensemble d'information	27
1.5 Fonctions de coût	28
1.6 Critères usuels	29
1.7 Critères additionnels	31
1.8 Prévision probabiliste	32
Présentation	36
Exercices interactifs	36
Exercices supplémentaires	36
<b>CHAPITRE 2 REGRESSION LINEAIRE SIMPLE</b>	<b>41</b>
2.1 Introduction	41
2.2 Approche intuitive du problème d'ajustement	43
2.3 La méthode des moindres carrés	44
2.4 Aspects pratiques des calculs	47
2.5 Qualité de l'ajustement réalisé	48
2.6 Coefficient de corrélation et coefficient de détermination	50
2.7 Liens entre les concepts de régression et de corrélation	54
2.8 Moindres carrés, une méthode de confiance ?	57
2.9 Méthodes résistantes	60

2.9.1 Moyenne, médiane, moyenne élaguée	60
2.9.2 La méthode des trois points	61
2.10 Compléments	63
2.10.1 Algorithme de calcul par récurrence	63
2.10.2 La méthode de Theil	64
Présentation	65
Exercices interactifs	65
Exercices supplémentaires	66
<b>CHAPITRE 3 COURBES DE CROISSANCE</b>	<b>71</b>
3.1 Introduction	71
3.2 Tendance linéaire	72
3.3 Tendance exponentielle	72
3.4 Tendance quadratique	73
3.5 Tendance exponentielle modifiée	74
3.6 Courbe de Gompertz	75
3.7 Courbe logistique	76
3.8 La méthode des trois points	76
3.9 Exemple : évolution du produit intérieur brut	77
3.10 Compléments	81
3.10.1 Propriétés de la courbe de croissance de Gompertz	81
3.10.2 Propriétés de la courbe de croissance logistique	81
3.10.3 Détails sur la méthode des trois points	82
Présentation	83
Exercices interactifs	83
Exercices supplémentaires	84
<b>CHAPITRE 4 LISSAGE PAR MOYENNE MOBILE</b>	<b>87</b>
4.1 Introduction	87
4.2 Moyenne mobile simple	87
4.3 Choix de l'ordre	89
4.4 Moyenne mobile centrée	91
4.5 Moyenne mobile pondérée	92
4.6 Composition de moyennes mobiles	93
4.7 Prévision par moyenne mobile	94
4.8 Compléments	97
4.8.1 Définitions formelles	97
4.8.2 Démonstration des propriétés des moyennes mobiles simples	97
4.8.3 Moyennes mobiles centrées	98
4.8.4 Moyennes mobiles de Henderson	98
4.8.5 Méthodes résistantes	99
Présentation	101
Exercices interactifs	101
Exercices supplémentaires	101
<b>CHAPITRE 5 METHODES DE DECOMPOSITION SAISONNIERE</b>	<b>105</b>
5.1 Principe de décomposition	105

5.2 Modèles additifs, multiplicatifs et mixtes	105
5.3 Méthodes de décomposition saisonnière élémentaires	111
5.4 Exemple : une série artificielle	113
5.5 Données corrigées des variations saisonnières	118
5.6 Prévision par décomposition	119
5.7 Exemple : les ventes de champagne en France	122
5.8 Compléments	130
5.8.1 Méthode Census X-11	130
5.8.2 Le cycle conjoncturel	135
5.8.3 Principe de décomposition et prévision probabiliste	135
Présentation	137
Exercices interactifs	138
Exercices supplémentaires	139
<b>CHAPITRE 6 METHODES DE LISSAGE EXPONENTIEL</b>	<b>143</b>
6.1 Introduction	143
6.2 Lissage exponentiel simple	143
6.2.1 Description de la méthode	143
6.2.2 Propriétés de la méthode	144
6.2.3 Choix de la prévision initiale	146
6.2.4 Avantages de la méthode	146
6.2.5 Choix optimal de la constante de lissage	147
6.2.6 Présentation basée sur les moindres carrés escomptés	150
6.2.7 Présentation par la forme ARIMA	151
6.2.8 Lissage exponentiel simple avec correction saisonnière	152
6.3 Lissage exponentiel double	153
6.3.1 Présentation 1 : les moindres carrés escomptés	153
6.3.2 Présentation 2 : le double lissage	154
6.3.3 Présentation 3 : la correction par l'erreur	155
6.3.4 Présentation 4 : la mise à jour par lissage	156
6.3.5 Présentation 5 : le double lissage retardé	157
6.3.6 Présentation 6 : la forme ARIMA	158
6.3.7 Problèmes pratiques	158
6.4 Lissage exponentiel de Holt	159
6.4.1 Description de la méthode	159
6.4.2 Exemple	159
6.4.3 Choix optimal des constantes de lissage	161
6.4.4 La présentation de correction par l'erreur	161
6.4.5 La forme ARIMA du lissage de Holt	162
6.5 Lissage exponentiel de Winters	162
6.5.1 Modèle de Winters additif	163
6.5.2 Modèle de Winters multiplicatif	165
6.6 Méthodes de lissage exponentiel amorti	168
6.7 Compléments	169
6.7.1 Lissage exponentiel double et moindres carrés escomptés	169
6.7.2 Lissage exponentiel double et double lissage	169
6.7.3 Lissage exponentiel double et correction par l'erreur	170
6.7.4 Lissage exponentiel double et lissage retardé	170

6.7.5 Lissage exponentiel double et forme ARIMA	171
6.7.6 Lissage exponentiel de Holt et forme ARIMA	172
6.7.7 Familles de méthodes de lissage exponentiel	172
Présentation	173
Exercices interactifs	173
Exercices supplémentaires	175
<b>CHAPITRE 7 REGRESSION LINEAIRE MULTIPLE</b>	<b>183</b>
7.1 Introduction	183
7.2 Estimation des paramètres	186
7.3 Variance résiduelle et coefficient de détermination	191
7.4 Sensibilité des coefficients de régression	193
7.5 Coefficient de détermination corrigé	197
7.6 Significativité d'un coefficient de régression	199
7.7 Problèmes numériques dans l'estimation des paramètres	202
7.8 Conditions d'utilisation de la méthode des moindres carrés	204
7.9 Détection des cas où les conditions ne sont pas satisfaites	206
7.9.1 Mauvaise spécification du modèle	208
7.9.2 Présence de données aberrantes	209
7.9.3 Hétéroscédasticité	212
7.9.4 Autocorrélation des erreurs	214
7.9.5 Quasi-colinéarité	215
7.10 L'exemple du prix de vente d'habitations	217
7.11 Sélection des variables explicatives	220
7.12 Sélection de l'échantillon	225
7.13 Régression multiple sur des séries chronologiques	231
7.14 Détermination d'un intervalle de prévision	232
7.15 Compléments	236
7.15.1 Lemme d'inversion matricielle	236
7.15.2 Significativité de plusieurs coefficients de régression	237
7.15.3 Corrélation partielle et corrélation multiple	241
7.15.4 Autres méthodes de régression	243
Présentation	244
Exercices interactifs	244
Exercices supplémentaires	246
<b>CHAPITRE 8 AUTOCORRELATION ET ERREURS DE PREVISION</b>	<b>279</b>
8.1 Introduction	279
8.2 Expression des besoins	280
8.3 Analyse de la moyenne des résidus	283
8.4 Notion d'autocorrélation	285
8.5 Corrélogramme	287
8.6 Concept de processus aléatoire et de bruit blanc	290
8.7 Séries chronologiques stationnaires	293
8.8 Test individuel de bruit blanc	295
8.9 Test global de bruit blanc	298
8.10 Recommandations relatives aux tests de bruit blanc	300

8.11 Conclusions	302
8.12 Compléments	303
8.12.1 Calcul des corrélations avec retard	303
8.12.2 Lien entre autocorrélation et statistique de Durbin-Watson	303
Présentation	304
Exercices interactifs	304
Exercices supplémentaires	305
<b>CHAPITRE 9 MODELES ARIMA</b>	<b>315</b>
9.1 Introduction	315
9.2 Méthodes de prévision et formes ARIMA	316
9.3 Introduction aux processus ARMA	318
9.3.1 Quelques exemples de processus ARMA	318
9.3.2 Définition d'un processus ARMA	320
9.4 Etude des processus moyenne mobile	320
9.4.1 Le processus MA(1)	320
9.4.2 Notion d'inversibilité	323
9.4.3 Spécification et estimation d'un modèle MA(1)	324
9.4.4 Le cas général du processus MA(q)	324
9.4.5 Calcul des prévisions pour un modèle MA(q)	326
9.4.6 Conclusions	327
9.5 Etude des processus autorégressifs	328
9.5.1 Le processus AR(1)	328
9.5.2 Spécification et estimation d'un modèle AR(1)	330
9.5.3 Le cas général du processus AR(p)	331
9.5.4 Autocorrélations partielles	333
9.5.5 Calcul des prévisions pour un modèle AR(p)	338
9.5.6 Conclusions	339
9.6 Etude des processus ARMA	340
9.6.1 Propriétés des processus ARMA	340
9.6.2 Calcul des prévisions pour un modèle ARMA	343
9.6.3 Conclusions	344
9.7 Modèles non stationnaires ARIMA, SARIMA et autres	344
9.7.1 Extension 1 : permettre la présence d'une moyenne	345
9.7.2 Extension 2 : permettre des variations de niveau	346
9.7.3 Extension 3 : permettre la présence d'une tendance linéaire	347
9.7.4 Extension 4 : inclure une saisonnalité rigide	348
9.7.5 Extension 5 : inclure une saisonnalité souple	349
9.7.6 Extension 6 : inclure une transformation non linéaire	352
9.8 Compléments	354
9.8.1 Préliminaires	354
9.8.2 Le processus MA(1)	354
9.8.3 Exemples de processus MA(q)	355
9.8.4 Le processus AR(1)	356
9.8.5 Les processus AR(p)	357
9.8.6 Les autocorrélations partielles	358
9.8.7 Liens entre processus AR, MA et ARMA	359
9.8.8 Modèles ARIMA à composante saisonnière déterministe	360

Présentation	361
Exercices interactifs	361
Exercices supplémentaires	362
<b>CHAPITRE 10 METHODE DE BOX ET JENKINS</b>	<b>371</b>
10.1 Introduction	371
10.2 La familiarisation avec les données	373
10.3 L'analyse préliminaire	376
10.4 La spécification du modèle (ou identification)	385
10.5 L'estimation des paramètres	389
10.6 L'adéquation du modèle (ou validation)	398
10.7 La prévision	410
10.8 L'interprétation des résultats	417
10.9 Conclusions	422
Présentation	422
Exercices interactifs	423
Exercices supplémentaires	424
<b>CHAPITRE 11 REGRESSION A ERREURS AUTOCORRELEES</b>	<b>449</b>
11.1 Introduction	449
11.2 Corrélation croisée et processus aléatoire bivarié	450
11.3 Modèle de régression à erreurs ARIMA	454
11.4 Modèle de fonction de transfert	460
11.5 Modèle d'analyse d'interventions	464
11.6 Conclusions générales	478
Présentation	481
Exercices interactifs	481
Exercices supplémentaires	482
<b>CHAPITRE 12 METHODE X-12-ARIMA</b>	<b>495</b>
Présentation	495
Exercices interactifs	495
<b>CHAPITRE 13 METHODE TRAMO/SEATS</b>	<b>497</b>
Présentation	497
Exercices interactifs	498
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>501</b>
Livres et monographies	501
Articles	506
Logiciels	510
<b>INDEX</b>	<b>501</b>