

Table des matières

Avant-propos	3
1 Le modèle linéaire	9
1.1 Introduction	9
1.2 Modélisation	10
1.3 Estimation des paramètres	13
1.4 Tests d'hypothèses	25
1.5 Notion d'orthogonalité	34
1.6 Qualité d'ajustement et comparaison de modèles	38
1.7 Diagnostic	39
1.8 Limites et extensions du modèle linéaire	41
2 Exemples de modèles linéaires	44
2.1 Régression linéaire simple et polynomiale	44
2.2 Régression linéaire multiple	50
2.3 Analyse de la variance à un facteur	59
2.4 Analyse de la variance à deux facteurs : cas équilibré	67
2.5 Analyse de la variance à deux facteurs : cas déséquilibré	79
2.6 Analyse de la covariance	91
3 Modèle linéaire généralisé	111
3.1 Introduction	111
3.2 Modélisation	112
3.3 Estimation des paramètres	114
3.4 Tests d'hypothèses	116
3.5 Qualité d'ajustement et choix de modèles	118
3.6 Régression logistique	120
3.7 Preuve de la propriété 3.2.1, p. 112	126
4 Exemples de modèles linéaires généralisés	128
4.1 Loi de Bernoulli : pollution par l'ozone	128
4.2 Loi binomiale : équité sociale	134
4.3 Loi binomiale : courbe dose-réponse	137
4.4 Loi de Bernoulli : asthme des enfants	141
4.5 Loi de Poisson avec offset : biodiversité des fourmis en Guyane	145
4.6 Poisson tronquée en 0 : portées d'agneaux	150
4.7 Loi gamma : roulements à billes, durées de vie	155

4.8	Loi multinomiale : condamnations à mort en Floride	157
5	Modèle mixte, modélisation de la variance	162
5.1	Modèle	162
5.2	Estimation	166
5.3	Tests	178
5.4	Analyse de la validité du modèle	189
6	Exemples de modèles mixtes	192
6.1	Héritabilité	192
6.2	Aptitude à la dispersion des samares du frêne	195
6.3	Mesures répétées, nutrition humaine	203
6.4	Avalanches	211
7	Plans d'expériences	218
7.1	Pourquoi des plans d'expériences? vocabulaire de base.	218
7.2	Critères de qualité d'un plan	221
7.3	Contrôle de l'hétérogénéité des unités expérimentales	225
7.4	Plans d'expériences utilisant la confusion d'effets	227
7.5	Plans d'expériences et modèle mixte	244
7.6	Plans pour les surfaces de réponse	246
8	Exemples de plans d'expériences	255
8.1	Blocs complets : 2 variétés de maïs dans 8 lieux	255
8.2	Bloc incomplet équilibré, champagnes	258
8.3	<i>Change-over design</i> , croissance de moutons	266
8.4	Plan fractionnaire, fabrication de biscuits	269
8.5	Blocs incomplets partiellement équilibrés, génome de <i>Teleost fish</i>	272
8.6	Plan fractionnaire, thermostat	276
8.7	Conception de produits robustes	280
8.8	Plan fractionnaire puis surface de réponse, mesure de polluants	281
8.9	Split-plot : effet secondaire d'un fongicide	284
8.10	Plusieurs variables réponses	289
8.11	Mélange, résistance de tissu	294
8.12	Programmes SAS et packages R	296
A	Espaces euclidiens de dimension finie	297
A.1	Introduction	297
A.2	Sous espaces d'un espace vectoriel euclidien	297
A.3	Base orthonormée de \mathbb{R}^n	298
A.4	Projecteur orthogonal	299
B	Lois normale multidimensionnelle, χ^2, Student, Fisher	302
B.1	Vecteurs aléatoires	302
B.2	Lois gaussiennes multidimensionnelles	303

C	Loi des estimateurs	309
C.1	Théorème de Cochran	309
C.2	Loi des sommes de carrés du modèle linéaire	310
C.3	Espérance et matrice de variance-covariance de $\hat{\theta}$	312
C.4	Espérance de la somme des carrés résiduelle	314
C.5	Loi de $(\hat{\theta}_1 - a)/\sqrt{\widehat{\mathbb{V}}(\hat{\theta}_1)}$	314
C.6	Loi de $\frac{(SCM_1 - SCM_0)/(p_1 - p_0)}{SCR_1/\nu_1}$	315
C.7	Démonstration du théorème de Gauss-Markov	315
C.8	Démonstration du résultat (1.14, p. 21)	316
D	Algorithme de Newton Raphson	318
D.1	Description de l'algorithme	318
D.2	Cas de la fonction de lien naturel	319
	Index	319
	Bibliographie	323