

SCIENCES SUP

Cours et exercices corrigés

Master • Écoles d'ingénieurs

LE MODÈLE LINÉAIRE PAR L'EXEMPLE

**Régression, analyse de la variance
et plans d'expériences illustrés
avec R, SAS et Splus**

**Compléments
sur le web**

*Jean-Marc Azaïs
Jean-Marc Bardet*

DUNOD

M 646

35913

(2)

LE MODÈLE LINÉAIRE PAR L'EXEMPLE

Régression, Analyse de la variance
et Plans d'expériences
illustrés avec R, SAS et Splus

Jean-Marc Azaïs

Professeur de mathématiques appliquées
à l'université Toulouse III

Jean-Marc Bardet

Professeur de mathématiques appliquées
à l'université Paris I



DUNOD

Table des matières

AVANT-PROPOS	ix
REMERCIEMENTS	xii
NOTATIONS	xiii
CHAPITRE 1 • EXEMPLES SIMPLES	1
1.1 Régression linéaire simple	1
1.2 Analyse de la variance à un facteur	9
1.3 Conclusion	13
1.4 Exemples traités par logiciels informatiques	13
CHAPITRE 2 • INTERMÈDE MÉTASTATISTIQUE : POUR UNE THÉORIE PRATIQUE DES TESTS	31
2.1 Erreurs associées à un test	31
2.2 La P -value	33
2.3 L'erreur de troisième espèce	33
2.4 La canonisation du 5 %	34
CHAPITRE 3 • INTRODUCTION AU MODÈLE LINÉAIRE STATISTIQUE	36
3.1 Écriture matricielle de modèles simples	36
3.2 Le modèle linéaire : définition et hypothèses	39
3.3 Formules fondamentales	42
3.4 Tests fondamentaux et intervalles de confiance	46

3.5	Quand les postulats ne sont pas respectés...	53
CHAPITRE 4 • PROBLÈMES SPÉCIFIQUES À LA RÉGRESSION		59
4.1	Modèles linéaires et non linéaires	59
4.2	Contrôle graphique a posteriori	60
4.3	Trouver la bonne régression	65
4.4	Stratégies de sélection d'un modèle explicatif	69
4.5	Exemple traité par logiciels informatiques	71
CHAPITRE 5 • PROBLÈMES SPÉCIFIQUES À L'ANALYSE DE LA VARIANCE		81
5.1	Cadre général	81
5.2	Deux facteurs croisés	82
5.3	Extensions	93
5.4	Exemples traités par logiciels informatiques	98
CHAPITRE 6 • ANALYSE DE LA COVARIANCE		114
6.1	Le modèle	114
6.2	Exemple traité par logiciels informatiques	117
CHAPITRE 7 • MODÈLES NON RÉGULIERS ET ORTHOGONALITÉ		122
7.1	Cas de modèles non réguliers	122
7.2	Orthogonalité pour des modèles réguliers	126
7.3	Orthogonalité pour des modèles non-réguliers	129
CHAPITRE 8 • PROPRIÉTÉS ASYMPTOTIQUES		133
8.1	Introduction	133
8.2	Comportement asymptotique des statistiques	136
CHAPITRE 9 • CRITÈRES DE SÉLECTION DE MODÈLES PRÉDICTIFS		148
9.1	Introduction	148
9.2	Un exemple pédagogique	149
9.3	Présentation générale et définition	155
9.4	Distances entre deux modèles	157
9.5	Trois critères pour sélectionner un modèle	159
9.6	Probabilités de sur-ajustement par un critère	167
9.7	Étude asymptotique des critères de sélection de modèle	170
9.8	Un algorithme de sélection de modèle	178
9.9	Exemple traité par logiciels informatiques	179

CHAPITRE 10 • MODÈLES MIXTES	189
10.1 Modèles mixtes équirépétés	189
10.2 Analyse de la variance multivariable	199
10.3 Exemples traités par logiciels informatiques	203
CHAPITRE 11 • PRÉSENTATION DES PLANS D'EXPÉRIENCES CLASSIQUES	211
11.1 Introduction	211
11.2 Nécessité de la randomisation	212
11.3 Plans d'expérience classiques	215
CHAPITRE 12 • PLANS RANDOMISÉS PAR UN GROUPE DE PERMUTATIONS : LA THÉORIE	235
12.1 Le modèle de la randomisation	235
12.2 Modèles mixtes stratifiables	239
12.3 Application aux plans d'expériences randomisés	242
CHAPITRE 13 • PLANS FRACTIONNAIRES	246
13.1 Introduction	246
13.2 Cadre général pour des facteurs à deux niveaux	248
13.3 Méthode des facteurs de base	251
13.4 Plan pour l'étude des effets principaux et des interactions doubles	253
13.5 Exemples traités par logiciels informatiques	256
CHAPITRE 14 • SURFACES DE RÉPONSES ET PLANS ISOVARIANTS	262
14.1 Cadre de l'étude	262
14.2 Conditions d'isovariance	264
14.3 Plans composites centrés de Box et Wilson	268
14.4 Plans optimaux	270
14.5 Exemples traités par logiciels informatiques	271
CHAPITRE 15 • ÉTUDES DE CAS TRAITÉS PAR LOGICIELS INFORMATIQUES	276
15.1 Étude de cas « Argus » : Analyse de la variance et de la covariance	276
15.2 Étude de cas « Béton » : sélection de modèles et analyse de la covariance	282
15.3 Étude de cas « Cola » : Plans d'expériences	295
ANNEXE • RAPPELS DE PROBABILITÉS	303
1 Règles opératoires du calcul de l'espérance et de la variance d'une variable aléatoire	304
2 Lois de probabilités de variables aléatoires	305

3	Vecteurs aléatoires	310
4	Vecteurs gaussiens	311
5	Théorèmes limites	313
BIBLIOGRAPHIE		315
INDEX		321

Jean-Marc Azaïs
Jean-Marc Bardet

LE MODÈLE LINÉAIRE PAR L'EXEMPLE

Régression, analyse de la variance et plans d'expériences illustrés avec R, SAS et Splus

Y a-t-il une différence de goût entre diverses boissons au cola ?
Comment faire un béton sans bulles ? Comment évolue le prix
d'une voiture d'occasion en fonction de son modèle et de son
âge ?

Pour répondre à ces questions, cet ouvrage présente des
variations sur le thème du modèle linéaire (régression linéaire,
analyse de la variance, modèles mixtes et plans d'expériences).
Chaque notion est introduite et illustrée à l'aide de nombreux
exemples utilisant des données réelles. Les programmes
permettant leurs traitements avec les logiciels R, SAS et Splus
sont présentés, tout comme les résultats numériques et
graphiques. Des exercices à la fin de chaque chapitre permettent
à l'étudiant de s'entraîner. Les corrigés des exercices ainsi que
les bases de données utilisées sont disponibles sur le site web
www.dunod.com.

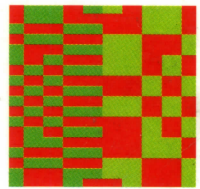
Ne nécessitant pas de connaissances approfondies dans le
domaine, ce manuel est destiné aussi bien aux étudiants en
Masters de mathématiques appliquées, de biostatistique,
d'économétrie, de chimie, qu'aux élèves en école de commerce
ou d'agronomie.



ISBN 2 10 049559 3



www.dunod.com



JEAN-MARC AZAÏS
est professeur de
mathématiques appliquées
à Toulouse III.

JEAN-MARC BARDET
est professeur de
mathématiques appliquées
à Paris I.

