

PRINCIPES D'EXPÉRIMENTATION

Planification des expériences
et analyse de leurs résultats

Pierre Dagnelie

TABLE DES MATIÈRES

2003

Presses agronomiques de Gembloux

pressesagro@fsagx.ac.be

www.bib.fsagx.ac.be/presses

ISBN 2-87016-069-0

ou

Edition électronique

www.dagnelie.be

Table des matières

Introduction	13
Observation et expérimentation. Historique. Protocole expérimental. Plan général. Objectif. Deux tendances récentes. Bibliographie. Logiciels. Remerciements.	
1 Le but et les conditions de l'expérience	23
1.1 Définition du but de l'expérience	24
Expérience à objectif unique. Expérience à objectifs multiples.	
1.2 Définition des conditions de l'expérience	26
Expériences plus ou moins importantes. Stratégie ou programme expérimental.	
2 Les facteurs et les traitements ou objets	29
2.1 Concepts de base	30
La notion de facteur. La notion de traitement ou objet.	
2.2 Les expériences à un facteur	33
Le choix des modalités. Les témoins ou objets de référence.	
2.3 Les expériences factorielles et factorielles fractionnaires	36
Principes généraux. Les expériences factorielles complètes. Les expériences factorielles fractionnaires.	
2.4 Les autres expériences à deux ou plusieurs facteurs	51
L'étude des surfaces de réponse. L'étude des mélanges. Les plans optimaux. Quelques autres possibilités.	
3 Les unités expérimentales	75
3.1 La notion d'unité expérimentale	76
3.2 Les dimensions des unités expérimentales	77
Principes généraux. Les bordures et les périodes tampons.	
3.3 La forme des unités expérimentales	82
3.4 Le nombre de répétitions	84

3.5	La variabilité du matériel expérimental	88
	Principes généraux. L'étude de la variabilité par le modèle de SMITH. L'étude de la variabilité par l'analyse spatiale.	
3.6	Exemple : expérience d'uniformité	92
	Présentation et données. Interprétation des résultats : modèle de SMITH. Interprétation des résultats : analyse spatiale.	
4	Les observations	103
4.1	Différents types d'observations	104
4.2	La nature et l'enregistrement des observations	106
5	Les expériences complètement aléatoires	109
5.1	Principes	110
5.2	Analyse des résultats	112
5.3	Discussion	114
5.4	Exemple 1 : expérience complètement aléatoire à deux facteurs ...	117
	Présentation et données. Analyse des résultats. Importance de la randomisation.	
5.5	Exemple 2 : expérience complètement aléatoire à quatre facteurs ..	125
	Présentation et données. Interprétation des résultats : analyse de la variance. Interprétation des résultats : demi-diagramme de probabilité. Interprétation des résultats : régression multiple. Simulation d'expériences factorielles fractionnaires.	
6	Les expériences en blocs aléatoires complets	141
6.1	Principes	142
	Les expériences en champ. Quelques autres situations.	
6.2	Analyse des résultats	145
6.3	Discussion	146
6.4	Exemple 1 : expérience en blocs aléatoires complets (planification)	150
	Présentation. Parcelles sans bordures. Parcelles avec bordures.	
6.5	Exemple 2 : expérience en blocs aléatoires complets	158
	Présentation et données. Analyse des résultats : analyse de la variance. Analyse des résultats : régression.	
7	Les expériences en parcelles divisées (<i>split-plot</i>) et en bandes croisées (<i>split-block</i>)	169
7.1	Principes	170
	Les expériences en blocs aléatoires complets et parcelles divisées. Autres dispositifs expérimentaux en parcelles divisées. Les expériences en bandes croisées.	

7.2	Analyse des résultats	173
7.3	Discussion	177
7.4	Exemple 1 : expérience en blocs aléatoires complets et parcelles divisées	180
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
7.5	Exemple 2 : expérience en blocs aléatoires complets et bandes croisées	186
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
8	Les expériences en carré latin et avec permutation des objets (<i>cross-over</i>)	193
8.1	Principes	194
	Le carré latin. Le dispositif avec permutation des objets (<i>cross-over</i>).	
8.2	Analyse des résultats	197
	Le carré latin. Le dispositif avec permutation des objets (<i>cross-over</i>). Notions complémentaires.	
8.3	Discussion	200
8.4	Quelques cas particuliers et extensions du carré latin	202
8.5	Exemple 1 : expérience en carré latin	205
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
8.6	Exemple 2 : expérience avec permutation des objets (<i>cross-over</i>) ..	211
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
9	Les expériences en blocs aléatoires incomplets : expériences non factorielles	217
9.1	Principes	218
	Généralités. Les blocs incomplets équilibrés. Les réseaux carrés équilibrés et les réseaux équilibrés. Les carrés latins incomplets. Les dispositifs partiellement équilibrés. Le cas des surfaces de réponse et des plans optimaux.	
9.2	Analyse des résultats	232
	Les blocs incomplets équilibrés. Les réseaux carrés équilibrés et les carrés latins incomplets.	
9.3	Discussion	236
9.4	Exemple 1 : expérience en blocs incomplets équilibrés	239
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
9.5	Exemple 2 : expérience en réseau carré équilibré	242
	Présentation et données. Analyse des résultats.	

10 Les expériences en blocs aléatoires incomplets : expériences factorielles	247
10.1 Principes	248
Généralités. La confusion complète. La confusion partielle. Les expériences factorielles fractionnaires et à répétition unique. Quelques principes de construction.	
10.2 Analyse des résultats	256
10.3 Discussion	257
10.4 Exemple : expérience avec confusion complète	258
Présentation et données. Analyse des résultats.	
11 Les facteurs lieux et temps	265
11.1 Les expériences répétées dans l'espace et/ou dans le temps	266
Principes. Analyse des résultats. Discussion.	
11.2 Les mesures répétées à différents moments sur les mêmes unités expérimentales	275
Principes. Analyse des résultats. L'étude des successions de cultures ou rotations.	
11.3 Exemple 1 : expériences répétées en plusieurs endroits	282
Présentation et données. Analyse des résultats.	
11.4 Exemple 2 : expériences répétées en plusieurs endroits et au cours de plusieurs années	290
Présentation et données. Analyse des résultats.	
11.5 Exemple 3 : mesures répétées à différents moments	298
Présentation et données. Analyse des résultats.	
11.6 Exemple 4 : comparaison de successions de cultures	305
Présentation. Analyse des résultats.	
12 Notions complémentaires	311
12.1 Introduction	312
12.2 Les cultures mélangées	312
12.3 Quelques questions relatives au voisinage des parcelles	314
Les dispositifs expérimentaux équilibrés pour les parcelles voisines. Les dispositifs expérimentaux avec témoins systématiques. L'analyse des résultats avec ajustement en fonction des parcelles voisines.	
12.4 L'analyse de la variance et ses généralisations	320
L'analyse de la variance orthogonale et non orthogonale. L'analyse de la covariance. Le modèle linéaire général. Le modèle linéaire mixte et le modèle linéaire généralisé. L'analyse de la variance à plusieurs dimensions.	

12.5 Les données manquantes	336
12.6 L'étude des résidus de l'analyse de la variance	338
12.7 L'analyse de deux ou plusieurs variables	340
12.8 Les méthodes bayésiennes	343
12.9 La simulation de résultats d'expériences	343
Synthèse	349
Généralités. La planification des expériences. La réalisation des expériences. L'analyse et l'interprétation des résultats. Et puis encore ...	
Tables	359
Permutations aléatoires de 10, 20 et 50 nombres. Carrés latins de base.	
Index bibliographique	363
Index des traductions anglaises	383
Index des matières	389