

PRINCIPES D'EXPÉRIMENTATION

Planification des expériences
et analyse de leurs résultats

Pierre Dagnelie

TABLE DES MATIÈRES

2012

Presses agronomiques de Gembloux

pressesagro.gembloux@ulg.ac.be

www.pressesagro.be

ISBN 978-2-87016-117-3

ou

Édition électronique

www.dagnelie.be

Table des matières

Introduction	13
Observation et expérimentation. Historique. Protocole expérimental. Plan général. Objectif. Deux tendances générales. Logiciels. Bibliographie. Documentation par internet.	
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. Conditions réglementaires.	
2 Les facteurs et les traitements ou objets	31
2.1 Concepts de base	32
La notion de facteur. La notion de traitement ou objet.	
2.2 Les expériences à un facteur	35
Le choix des modalités. Les témoins ou objets de référence.	
2.3 Les expériences factorielles et factorielles fractionnaires	38
Principes généraux. Les expériences factorielles complètes. Les expériences factorielles fractionnaires.	
2.4 Les autres expériences à deux ou plusieurs facteurs	54
L'étude des surfaces de réponse. L'étude des mélanges. Les plans optimaux. Les expériences organisées en deux ou plusieurs phases. Les expériences numériques.	
3 Les unités expérimentales	79
3.1 La notion d'unité expérimentale	80
3.2 Les dimensions des unités expérimentales	81
Principes généraux. Les bordures et les périodes tampons.	

3.3	La forme des unités expérimentales	86
3.4	Le nombre de répétitions	88
3.5	La variabilité du matériel expérimental	93
	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	97
	Présentation et données. Interprétation des résultats : modèle de SMITH. Interprétation des résultats : analyse spatiale.	
4	Les observations	107
4.1	Différents types d'observations	108
4.2	La nature et l'enregistrement des observations	110
5	Les expériences complètement aléatoires	115
5.1	Principes	116
5.2	Analyse des résultats	118
5.3	Discussion	120
5.4	Exemple 1 : expérience complètement aléatoire à deux facteurs ...	123
	Présentation et données. Analyse des résultats. Importance de la randomisation.	
5.5	Exemple 2 : expérience complètement aléatoire à quatre facteurs ..	131
	Présentation et données. Interprétation des résultats : analyse de la variance. Interprétation des résultats : demi-diagramme de probabilité. Interprétation des résultats : régression multiple. Étude de deux expériences factorielles fractionnaires.	
6	Les expériences en blocs aléatoires complets	147
6.1	Principes	148
	Les expériences en champ. Quelques autres situations.	
6.2	Analyse des résultats	151
6.3	Discussion	152
6.4	Exemple 1 : expérience en blocs aléatoires complets (planification)	156
	Présentation. Parcelles sans bordures. Parcelles avec bordures.	
6.5	Exemple 2 : expérience en blocs aléatoires complets (analyse de résultats)	164
	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>)	175
7.1 Principes	176
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	180
Les expériences en blocs aléatoires complets et parcelles divisées. Autres dispositifs expérimentaux en parcelles divisées. Les expériences en bandes croisées.	
7.3 Discussion	184
7.4 Exemple 1 : expérience en blocs aléatoires complets et parcelles divisées	187
Présentation et données. Analyse des résultats.	
7.5 Exemple 2 : expérience en blocs aléatoires complets et bandes croisées	194
Présentation et données. Analyse des résultats.	
8 Les expériences en carré latin et avec permutation des objets (<i>cross-over</i>)	201
8.1 Principes	202
Le carré latin. Le dispositif avec permutation des objets (<i>cross-over</i>).	
8.2 Analyse des résultats	205
Le carré latin. Le dispositif avec permutation des objets (<i>cross-over</i>). Notions complémentaires.	
8.3 Discussion	209
8.4 Quelques cas particuliers et extensions du carré latin	210
8.5 Exemple 1 : expérience en carré latin	214
Présentation et données. Analyse des résultats.	
8.6 Exemple 2 : expérience avec permutation des objets (<i>cross-over</i>) ..	221
Présentation et données. Analyse des résultats.	
9 Les expériences en blocs aléatoires incomplets : expériences non factorielles	227
9.1 Principes	228
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	242
	Les blocs incomplets équilibrés. Les réseaux carrés équilibrés et les carrés latins incomplets.	
9.3	Discussion	247
9.4	Exemple 1 : expérience en blocs incomplets équilibrés	249
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
9.5	Exemple 2 : expérience en réseau carré équilibré	253
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
10	Les expériences en blocs aléatoires incomplets : expériences factorielles	259
10.1	Principes	260
	Généralités. La confusion complète. La confusion partielle. Les expériences factorielles fractionnaires et à répétition unique. Quelques principes de construction.	
10.2	Analyse des résultats	268
10.3	Discussion	270
10.4	Exemple : expérience avec confusion complète	271
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
11	Les facteurs lieux et temps	277
11.1	Les expériences répétées dans l'espace et/ou dans le temps	278
	Principes. Analyse des résultats. Discussion.	
11.2	Les mesures répétées à différents moments sur les mêmes unités expérimentales	287
	Principes. Analyse des résultats. L'étude des successions de cultures ou rotations.	
11.3	Exemple 1 : expériences répétées en plusieurs endroits	294
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
11.4	Exemple 2 : expériences répétées en plusieurs endroits et au cours de plusieurs années	303
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
11.5	Exemple 3 : mesures répétées à différents moments	311
	Présentation et données. Analyse des résultats.	
11.6	Exemple 4 : comparaison de successions de cultures	319
	Présentation. Analyse des résultats.	

12 Notions complémentaires	323
12.1 Introduction	324
12.2 Les cultures mélangées	324
12.3 Quelques questions relatives au voisinage des parcelles	326
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	332
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	351
12.6 L'étude des résidus de l'analyse de la variance	352
12.7 L'analyse de deux ou plusieurs variables	354
12.8 Les méthodes bayésiennes	358
12.9 La simulation de résultats d'expériences	358
Synthèse	363
Généralités. La planification des expériences. La réalisation des expériences. L'analyse et l'interprétation des résultats. Et puis encore ...	
Tables	373
Permutations aléatoires de 10, 20 et 50 nombres. Carrés latins de base.	
Index bibliographique	377
Index des traductions et sigles anglais	399
Index des matières	405