

# Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	13
<b>Chapitre 1. Le recueil des données en éducation</b> . . . . .	17
1.1. L'utilisation des bases de données existantes en éducation . . . . .	17
1.1.1. Les bases de données internationales . . . . .	18
1.1.2. Les bases de données constituées. . . . .	19
1.2. Le questionnaire d'enquête . . . . .	20
1.2.1. Objectif du questionnaire . . . . .	20
1.2.2. La réalisation de l'échantillon. . . . .	20
1.2.3. Les questions . . . . .	23
1.2.3.1. Le nombre de questions . . . . .	23
1.2.3.2. L'ordre des questions . . . . .	23
1.2.3.3. Les types de questions. . . . .	23
1.2.4. La structure du questionnaire . . . . .	24
1.2.4.1. L'introduction et la conclusion. . . . .	24
1.2.4.2. Le corps du questionnaire. . . . .	24
1.2.5. La rédaction . . . . .	24
1.2.5.1. Généralités. . . . .	24
1.2.5.2. Erreurs à ne pas faire. . . . .	25
1.3. Les démarches expérimentales . . . . .	25
1.3.1. Démarches inductives, démarches déductives . . . . .	25
1.3.2. L'expérimentation chez les psychologues . . . . .	26
1.3.3. L'expérimentation en éducation . . . . .	27
1.3.3.1. Un exemple simple imaginé mais classique . . . . .	27
1.3.3.2. Un exemple réel en cours d'expérimentation à l'université . . . . .	28

<b>Chapitre 2. Statistique descriptive élémentaire et représentation des données . . . . .</b>	<b>31</b>
2.1. Tableaux et représentations graphiques . . . . .	31
2.1.1. Population, échantillon, individus . . . . .	31
2.1.2. Les variables . . . . .	32
2.1.2.1. Variables quantitatives (âge, note de maths) . . . . .	33
2.1.2.2. Variables qualitatives (sexe, redoublement, catégories socioprofessionnelles) . . . . .	33
2.1.2.3. Variables quantitatives exprimées en modalités . . . . .	33
2.1.2.4. Variables aléatoires . . . . .	33
2.1.2.5. Variables dépendantes/variables indépendantes . . . . .	34
2.1.3. Les tableaux . . . . .	34
2.1.3.1. Tableau [I/V] . . . . .	34
2.1.3.2. Tableaux d'effectifs . . . . .	36
2.1.3.3. Tableaux de contingences qui croisent deux variables . . . . .	37
2.1.3.4. Analyse et conclusions . . . . .	38
2.1.4. Les représentations graphiques . . . . .	39
2.1.4.1. Introduction . . . . .	39
2.1.4.2. Représentations graphiques d'un tableau d'effectifs . . . . .	40
2.1.4.3. Représentations graphiques d'un tableau de contingence . . . . .	41
2.1.4.4. Nuages de points pour deux variables quantitatives . . . . .	43
2.2. Les indicateurs mathématiques . . . . .	45
2.2.1. Généralités . . . . .	45
2.2.2. Quelques bases du langage mathématique . . . . .	45
2.2.2.1. Variables indicées . . . . .	45
2.2.2.2. Sommation d'indices . . . . .	46
2.2.2.3. Tableaux génériques à un indice . . . . .	46
2.2.2.4. Tableaux génériques à deux indices . . . . .	47
2.2.3. Les indicateurs mathématiques monovariés . . . . .	48
2.2.3.1. Définitions . . . . .	48
2.2.3.2. Signification et propriétés de la variance et de l'écart type . . . . .	49
2.2.3.3. Exercices d'application : calculs avec Excel . . . . .	50
2.2.4. Les indicateurs mathématiques bivariés . . . . .	53
2.2.4.1. Définitions . . . . .	53
2.2.4.2. Propriétés de la covariance et du coefficient de corrélation . . . . .	54
2.2.4.3. Exercices d'application : calculs de la covariance et de l'écart type avec Excel . . . . .	57
2.3. Les méthodes de représentations spatiales des données . . . . .	58

2.3.1. Des cartes pour comprendre la géographie des phénomènes éducatifs . . . . .	58
2.3.2. Des données statistiques à la carte . . . . .	59
2.3.3. Les cartes par plages et par points . . . . .	60
2.3.4. Autres cartes . . . . .	61
2.3.5. Les systèmes d'informations géographiques . . . . .	63
2.3.6. Méthodes spécifiques d'analyse de cartes. . . . .	63

### **Chapitre 3. La statistique confirmatoire . . . . . 67**

3.1. Les lois du hasard et des grands nombres : les tests d'hypothèses. . . . .	68
3.1.1. Généralités . . . . .	68
3.1.2. Les lois de probabilités. . . . .	69
3.1.2.1. Un peu d'histoire . . . . .	69
3.1.2.2. Quelques lois de probabilité discontinues (discrètes). . . . .	70
3.1.2.3. Introduction aux lois de probabilité continues. . . . .	79
3.1.2.4. La loi normale. . . . .	82
3.1.2.5. La loi normale centrée réduite (LNCR). . . . .	84
3.1.2.6. De la LNCR à la table statistique de la LNCR. . . . .	86
3.1.2.7. Il existe d'autres lois statistiques continues . . . . .	92
3.1.3. Les tests d'hypothèses . . . . .	93
3.1.3.1. Introduction . . . . .	93
3.1.3.2. Hypothèse nulle, hypothèse alternative. . . . .	94
3.1.3.3. Exemple de choix entre $H_0$ et $H_1$ . . . . .	95
3.1.3.4. Tests paramétriques, tests non paramétriques . . . . .	96
3.1.3.5. Choix d'un test . . . . .	98
3.2. Tests sur les moyennes : tests de Student . . . . .	98
3.2.1. Généralités . . . . .	98
3.2.2. Comparaison d'une moyenne et d'une norme . . . . .	99
3.2.2.1. La variance de la population est connue . . . . .	100
3.2.2.2. La variance de la population est inconnue . . . . .	103
3.2.3. Comparaison de deux moyennes observées . . . . .	109
3.2.3.1. Comparaison de deux moyennes provenant d'échantillons indépendants . . . . .	109
3.2.3.2. Comparaison de deux moyennes provenant de deux échantillons appariés : mesures répétées . . . . .	111
3.2.4. Ce qui doit être retenu . . . . .	113
3.2.5. Mise en œuvre des tests : utilisation de logiciels. . . . .	114
3.3. Analyse de la variance-ANOVA . . . . .	115
3.3.1. Généralités . . . . .	115
3.3.2. ANOVA pour $K > 2$ échantillons indépendants . . . . .	116

3.3.2.1. Position du problème sur la base d'une étude en psychologie cognitive . . . . .	118
3.3.2.2. Les fondements théoriques de l'ANOVA . . . . .	119
3.3.2.3. Résolution du problème sur les performances de rappel . . . . .	124
3.3.2.4. Un autre exemple très simple. . . . .	125
3.3.3. ANOVA pour $K > 2$ échantillons appariés : ANOVA à mesures répétées . . . . .	125
3.4. Analyse bivariée : test de corrélation de Bravais-Pearson . . . . .	127
3.4.1. Généralités . . . . .	127
3.4.2. Test de Bravais-Pearson . . . . .	128
3.4.3. Danger dans l'utilisation des tests linéaires. . . . .	130
3.4.4. Exemple de calcul. . . . .	131
3.4.4.1. Calcul manuel (ou presque) avec Excel. . . . .	133
3.4.4.2. Calcul avec le logiciel BIOSTAT . . . . .	134
3.5. Tests confirmatoires pour variables qualitatives : khi2 et comparaison de fréquences . . . . .	134
3.5.1. Généralités . . . . .	134
3.5.2. Présentation d'un test du khi2 : le « dé pipé » . . . . .	135
3.5.2.1. Position du problème . . . . .	135
3.5.2.2. Comment effectuer le test du khi2 ? . . . . .	136
3.5.2.3. Simulation complète du test pour le dé pipé . . . . .	139
3.5.3. Le test du khi2 d'ajustement : formulation générale . . . . .	140
3.5.3.1. Présentation . . . . .	140
3.5.3.2. Exemple : les peluches, les enfants et le marchand . . . . .	141
3.5.3.3. Ajustement à une loi normale (ou à toute autre loi). . . . .	142
3.5.4. Les tests du khi2 d'indépendance de deux variables . . . . .	142
3.5.4.1. Cas de deux variables à deux modalités chacune (tableau 2x2) . . . . .	143
3.5.4.2. Cas de deux variables ayant plus de deux modalités (n x p) . . . . .	145
3.5.4.3. Cas des échantillons appariés : le khi2 de Mac Nemar. . . . .	148
3.5.5. Les tests d'égalité d'échantillons . . . . .	149
3.5.5.1. Expression du tableau des données et du tableau théorique dans le cas général . . . . .	150
3.5.5.2. Tableau de contingence théorique . . . . .	151
3.5.6. Intensité du lien entre les variables $V$ de Cramer . . . . .	155

## **Chapitre 4. Les analyses multivariées . . . . . 157**

4.1. L'analyse en composantes principales (ACP). . . . .	158
4.1.1. Généralités . . . . .	158
4.1.2. L'approche bivariée . . . . .	158

4.1.2.1. Représentation des individus dans le plan initial . . . . .	159
4.1.2.2. Les variables centrées réduites . . . . .	162
4.1.2.3. Les axes factoriels F1 et F2. . . . .	163
4.1.2.4. Pourcentage d'informations contenues par chaque axe principal. . . . .	164
4.1.2.5. Signification des quadrants du plan factoriel : représentation des individus . . . . .	165
4.1.2.6. Représentation des variables X1 et X2 . . . . .	166
4.1.3. ACP 3D. . . . .	169
4.1.3.1. Présentation générale des principes de l'ACP 3D. . . . .	169
4.1.3.2. Exemple (maths, physique, HG). . . . .	171
4.1.4. Exemples 4D. . . . .	178
4.1.5. Autre exemple : étude de la « sortie du système éducatif » dans neuf pays d'Europe . . . . .	184
4.2. Les analyses factorielles de correspondances . . . . .	189
4.2.1. Généralités . . . . .	189
4.2.2. L'analyse factorielle des correspondances (AFC). . . . .	190
4.2.2.1. À quoi sert une AFC. . . . .	190
4.2.2.2. Le tableau des profils lignes et le tableau des profils colonnes . . . . .	191
4.2.2.3. Les fondements théoriques de l'AFC . . . . .	192
4.2.2.4. Lecture analyse du graphique renvoyé par le logiciel XLSTAT . . . . .	193
4.2.2.5. Lecture des différents tableaux. . . . .	194
4.2.2.6. Autre exemple : la répartition des surfaces agricoles dans la région Midi-Pyrénées. . . . .	197
4.2.3. Analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) . . . . .	203
4.2.3.1. Généralités. . . . .	203
4.2.3.2. Le tableau de Burt . . . . .	204
4.2.3.3. Le tableau disjonctif complet. . . . .	205
4.2.3.4. Exemple : dégustation des vins . . . . .	207
<b>Chapitre 5. La modélisation statistique. . . . .</b>	<b>209</b>
5.1. Modélisation linéaire bivariée simple . . . . .	210
5.1.1. Position du problème . . . . .	210
5.1.2. Détermination de la droite de régression dans la population. . . . .	211
5.1.2.1. Détermination de l'équation de la droite de régression dans l'échantillon. . . . .	211
5.1.2.2. De l'échantillon à la population : estimation de $\alpha$ et $\beta$ , statistique d'échantillonnage . . . . .	216

5.1.3. Qualité de la représentation : intervalle de confiance et de prévision . . . . .	217
5.1.3.1. Existence avérée de la droite de régression . . . . .	217
5.1.3.2. Précision de la droite de régression : intervalle de confiance . . . . .	219
5.1.4. Pouvoir explicatif du modèle . . . . .	223
5.2. Régressions linéaires multiples pour des variables explicatives quantitatives . . . . .	225
5.2.1. Généralités . . . . .	225
5.2.2. Exemple : la sortie du système éducatif . . . . .	227
5.2.3. Élaboration progressive d'un modèle multivarié . . . . .	231
5.3. Modélisation avec des variables explicatives qualitatives . . . . .	232
5.3.1. Variable explicative quantitative, variable qualitative dichotomique . . . . .	232
5.3.1.1. Introduction . . . . .	232
5.3.1.2. Recherche séparée de YGE et YGT . . . . .	233
5.3.1.3. On recherche directement la relation $Y = h(X, G_{pe})$ . . . . .	234
5.3.2. Variable explicative quantitative, variable qualitative polytomique . . . . .	235
5.4. Prise en compte des interactions entre variables . . . . .	236
5.4.1. Généralités . . . . .	236
5.4.2. Une variable quantitative et une variable qualitative dichotomique . . . . .	236
5.4.3. Autres types d'interactions . . . . .	237
5.4.3.1. Interaction entre deux variables qualitatives dichotomiques . . . . .	237
5.4.3.2. Interaction entre deux variables explicatives quantitatives . . . . .	238
5.5. Modélisations complexes . . . . .	239
5.5.1. Modélisation non linéaire . . . . .	239
5.5.1.1. Approche non linéaire par intervalles . . . . .	239
5.5.1.2. Régression quadratique . . . . .	240
5.5.1.3. Régression polynomiale . . . . .	241
5.5.1.4. Régression à partir de fonctions complexes . . . . .	241
5.5.2. Approche multiniveau . . . . .	242
5.5.3. Régression logistique . . . . .	243

## **Chapitre 6. Vers une robustesse des études en éducation par l'approche quantitative . . . . . 245**

6.1. Approche quantitative des représentations sociales en éducation . . . . .	245
6.1.1. Jalons méthodologiques d'une approche quantitative des représentations sociales . . . . .	246

6.1.2. Choix des corpus d'étude, questionnaires et entretiens . . . . .	248
6.1.3. Méthodes de représentations graphiques . . . . .	249
6.1.3.1. Le graphe simple . . . . .	249
6.1.3.2. Le graphe organisationnel. . . . .	251
6.1.4. Modèle analytique d'explicitation des charges idéologiques . . . . .	253
6.1.4.1. Généralités. . . . .	253
6.1.4.2. Recherche des focalisations, défalcations, supplémentations, distorsions . . . . .	254
6.1.4.3. Démarche de confrontation des enjeux éducatifs : vers l'analyse d'éléments conflictuels et préconisations didactiques . . . . .	256
6.1.5. Modèle analytique comparatif . . . . .	257
6.1.5.1. Similitudes et écarts de corpus . . . . .	257
6.1.5.2. Dans quels cas utilise-t-on les méthodes comparatives ? . . . . .	257
6.1.6. Cas d'étude. . . . .	258
6.1.6.1. Première étape : l'étude des représentations sociales des étudiants. . . . .	258
6.1.6.2. Deuxième étape : confronter les représentations sociales à un référentiel pour rechercher les enjeux éducatifs . . . . .	262
6.2. Exemple d'approche quantitative des rapports aux savoirs . . . . .	264
6.2.1. De la théorie des rapports aux savoirs à la définition des variables. . . . .	264
6.2.2. De la définition des variables à l'outillage quantitatif. . . . .	268
6.2.3. Étude de cas d'éducation au patrimoine. . . . .	270
6.2.4. Réaliser une étude quantitative des rapports aux savoirs . . . . .	272
6.2.4.1. Analyse monovariée des rapports aux savoirs . . . . .	272
6.2.4.2. Analyse bivariée des rapports aux savoirs . . . . .	273
6.2.4.3. Analyse multivariée des rapports aux savoirs . . . . .	274
6.2.4.4. Conclusion sur l'étude de cas. . . . .	280

<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>283</b>
--------------------------------	------------

<b>Index . . . . .</b>	<b>289</b>
------------------------	------------