

Table des matières

1	Analyse en composantes principales	1
1.1	Données, notations	1
1.2	Pourquoi analyser un tableau par ACP ?	2
1.3	Nuages des individus et des variables	3
1.4	Centrage et réduction	6
1.5	Ajustement des nuages N_I et N_K	7
1.5.1	Principe général et formalisation des critères	8
1.5.2	Interprétation des critères	10
1.5.3	Solution	10
1.5.4	Relations entre les analyses des deux nuages	12
1.5.5	Représentation des variables	14
1.5.6	Nombre d'axes	15
1.6	Aides à l'interprétation	15
1.6.1	Pourcentage d'inertie associé à un axe	15
1.6.2	Contribution d'un point à l'inertie d'un axe	16
1.6.3	Qualité de représentation d'un point par un axe	17
1.7	Premier exemple : 909 candidats au bac	17
1.7.1	Inerties projetées	18
1.7.2	Interprétation des axes	18
1.7.3	Remarques méthodologiques	21
1.8	Éléments supplémentaires	22
1.9	Variables qualitatives en ACP	24
1.9.1	Principe	24
1.9.2	Exemple des notes au bac	25
1.10	Second exemple : six jus d'orange	27
1.11	ACP dans FactoMineR	30
2	Analyse des correspondances multiples	37
2.1	Données	37
2.2	Tableau disjonctif complet	38
2.3	Questionnement	39
2.4	Deux nuages	40

2.4.1	Nuage des individus	41
2.4.2	Nuage des modalités	43
2.4.3	Variables qualitatives	44
2.5	Ajustement des nuages N_I et N_K	46
2.5.1	Nuage des individus	46
2.5.2	Nuage des modalités	48
2.5.3	Relations entre les deux analyses	49
2.6	Représentations des individus, des modalités et des variables	51
2.7	Aides à l'interprétation	52
2.8	Exemple : 25 étudiants évaluent 5 outils pédagogiques	53
2.8.1	Données	53
2.8.2	Analyse et représentations	55
2.8.3	Comparaison ACM/ACP pour des variables ordinales	57
2.9	ACM dans FactoMineR	59
3	Analyse Factorielle de Données Mixtes	65
3.1	Données, notations	66
3.2	Représentation des variables	66
3.3	Représentation des individus	68
3.4	Relations de transition	69
3.5	Mise en œuvre	70
3.6	Exemple : biométrie de six individus	70
3.7	AFDM dans FactoMineR	73
4	Pondération des groupes de variables	79
4.1	Problématique	79
4.2	Exemple numérique introductif	81
4.3	Pondération des variables en AFM	82
4.4	Application aux six jus d'orange	86
4.5	Relations avec les analyses partielles	88
4.6	Conclusion	90
4.7	AFM dans FactoMineR (premiers résultats)	91
5	Comparaison de nuages d'individus partiels	99
5.1	Problématique	99
5.2	Méthode	102
5.3	Application aux six jus d'orange	105
5.4	Aides à l'interprétation	106
5.5	Distorsions dans la représentation superposée	108
5.5.1	Exemple	108
5.5.2	Interprétation géométrique	111
5.5.3	Approche algébrique	112
5.6	Nuages partiels de l'AFM dans FactoMineR	114

6	Facteurs communs	119
6.1	Problématique	119
6.1.1	Mesure de liaison entre une variable et un groupe	120
6.1.2	Facteur commun à plusieurs groupes de variables	121
6.1.3	Retour sur les six jus d'orange	121
6.1.4	Analyse canonique	123
6.2	Liaison entre variable et groupe de variables	124
6.3	Recherche de facteurs communs	125
6.4	Recherche de variables canoniques	126
6.5	Aides à l'interprétation	127
6.5.1	Mesure de liaison Lg	127
6.5.2	Coefficients de corrélation canoniques	128
7	Comparaison des groupes de variables	131
7.1	Nuage N_J des groupes de variables	131
7.2	Produit scalaire et liaison entre groupes de variables	133
7.3	Norme dans l'espace des groupes de variables	135
7.4	Représentation approchée du nuage N_J	137
7.4.1	Principe	137
7.4.2	Critère	139
7.5	Aides à l'interprétation	139
7.6	Modèle Indscal	141
7.6.1	Modèle	141
7.6.2	Estimation des paramètres et propriétés	142
7.6.3	Exemple d'application du modèle Indscal via l'AFM	144
7.6.4	Dix vins blancs de Touraine	147
7.7	AFM dans FactoMineR (groupes)	152
8	Groupes qualitatifs et mixtes	157
8.1	ACM pondérée	157
8.1.1	Nuage des modalités en ACM pondérée	158
8.1.2	Relations de transition en ACM pondérée	159
8.2	AFM de variables qualitatives	159
8.2.1	Point de vue de l'analyse factorielle	159
8.2.2	Point de vue de l'analyse multicanonique	161
8.2.3	Représentation des individus partiels	162
8.2.4	Représentation des modalités partielles	163
8.2.5	Analyse dans l'espace des groupes de variables (\mathbb{R}^{I^2})	164
8.3	Cas des données mixtes	165
8.3.1	Principe	165
8.3.2	Pondération des variables	165
8.3.3	Propriétés	166
8.4	Application	169
8.4.1	Données, objectifs	169

8.4.2	Analyses séparées	170
8.4.3	Inerties dans l'analyse globale (tableau 8.6)	171
8.4.4	Coordonnées des facteurs des analyses séparées	171
8.4.5	Premier facteur	172
8.4.6	Deuxième facteur	175
8.4.7	Troisième facteur (figure 8.3)	176
8.4.8	Représentation des groupes de variables	176
8.4.9	Conclusion	178
8.5	AFM dans FactoMineR (données mixtes)	178
9	AFM et Statis	183
9.1	Notations	183
9.2	Principes communs aux deux méthodes	184
9.3	Pondération des variables	185
9.3.1	En AFM	185
9.3.2	Dans Statis	185
9.3.3	Comparaison	185
9.3.4	Illustration	186
9.4	Représentations superposées	189
9.4.1	En AFM	189
9.4.2	Dans Statis	189
9.4.3	Comparaison	189
9.4.4	Illustration	190
9.5	Mesure de liaison entre groupes de variables	191
9.5.1	Dans Statis	192
9.5.2	En AFM	192
9.5.3	Comparaison	192
9.6	Représentation des groupes de variables	194
9.6.1	En AFM	194
9.6.2	Dans Statis	194
9.6.3	Comparaison	195
9.6.4	Illustration à l'aide des données 2^{6-3}	195
9.7	Conclusion	199
9.8	Statis dans ade4	200
10	AFM et analyse procustéenne	203
10.1	Analyse procustéenne	203
10.1.1	Données, notations	203
10.1.2	Objectifs	204
10.1.3	Méthodes et variantes	205
10.2	Comparaison entre les deux méthodes	206
10.2.1	Représentation des N_I^j	206
10.2.2	Nuage moyen	207
10.2.3	Objectif, critère, algorithme	208

10.2.4	Propriétés des représentations des N_I^j	209
10.2.5	Premier bilan	210
10.2.6	Harmonisation de l'inertie des N_I^j	210
10.2.7	Relations entre les facteurs homologues	210
10.2.8	Représentation des individus	211
10.2.9	Aides à l'interprétation	212
10.2.10	Représentation des variables	213
10.3	Etude d'un jeu de données choisies (2^{3-1})	213
10.3.1	Données 2^{3-1}	213
10.3.2	Résultats de l'AFM	215
10.3.3	Résultats de l'APG	218
10.3.4	Conclusion	220
10.4	Application aux dix vins de Touraine	221
10.5	Conclusion	223
10.6	APG dans FactoMineR	224
11	Analyse factorielle multiple hiérarchique	227
11.1	Données, exemples	227
11.2	Hiérarchie et partitions	228
11.3	Pondération des variables	230
11.4	Représentation des individus partiels	231
11.4.1	Méthode	231
11.4.2	Application aux six jus d'orange	233
11.5	Coefficients de corrélation canoniques	235
11.6	Représentation des nœuds	236
11.7	Application à des données mixtes : le napping® catégorisé	237
11.7.1	Données et méthodologie	237
11.7.2	Analyse intermédiaire : AFM sur une nappe catégorisée	240
11.7.3	Décompositions de l'inertie	241
11.7.4	Représentations des individus, moyens et partiels	242
11.8	AFMH dans FactoMineR	247
	Bibliographie	257