

Exemple 7.7 : Modèles multiniveaux de croissance expliquant le soutien social perçu par les élèves

sout_global= soutien social perçu d'autrui signifiants par les élèves (camarades de classe, amis, parents et enseignants). Cette variable a été mesurée à trois reprises.

mean_discrep_score= sentiment de compétence générale qui mesure le degré de compétence perçu dans chaque domaine en fonction de l'importance qui lui est accordée. Cette variable a été mesurée à trois reprises.

time= variable temporelle (temps)

Le tableau de données est à présent un tableau nommé « person period » dans lequel chaque élève possède autant de lignes que de vagues de données et autant de colonnes que de variables mesurées.

Syntaxe du modèle 1 (modèle vide):

```
proc mixed data=work.soutien covtest noclprint method=ml;  
class eleve_t3;  
model sout_global= /solution ddfm=bw;  
random intercept/sub=eleve_t3;  
run;
```

Le modèle vide présenté ici correspond au modèle vide utilisé au début des analyses des modèles multiniveaux classiques (cf, exemple 6.10). Le modèle vide ne vise pas à décrire d'évolution à travers le temps mais a pour but premier de décrire comment se décompose la variance de notre phénomène.

Syntaxe détaillée:

Ligne 13 : L'option « noclprint » indique que l'on ne souhaite pas que les identifiants des différents groupes apparaissent dans la fenêtre des sorties SAS, autrement dit, nous n'aurons pas dans les sorties SAS les différents identifiants attribués à chaque classe.

Ligne 13 : L'option « covtest » permet d'estimer les composants de covariance (lorsque les variances sont significativement différentes de 0).

Ligne 13 : L'option « method=ml » demande à SAS d'utiliser la méthode d'estimation « full maximum mikelihood ».

Ligne 14 : L'énoncé « class » indique que la variable à traiter est catégorielle. Dans cet exemple, contrairement au modèle vide des modèles multiniveaux classiques (présentés au chapitre 6), nous avons remplacé la variable catégorielle « classe » par « eleve_t3 » qui correspond à l'identifiant de chaque élève.

Ligne 15 : L'énoncé « model » indique les effets fixes à estimer. Dans le cas d'un modèle vide, il n'y a pas d'autres effets fixes à estimer que celui de la constante.

36 *Ligne 15* : L'option « /solution » précise que l'on souhaite qu'une estimation des effets fixes
37 figure dans les sorties SAS.

38 *Ligne 15* : L'option « ddfm=bw » spécifie la manière avec laquelle les DDL seront calculés
39 (dans cet exemple « bw » correspond à « between and within method »).

40 *Ligne 16* : L'énoncé « random » indique les effets aléatoires à estimer. Cet énoncé indique
41 que l'on autorise la constante à varier entre les élèves (inter-élèves).

42 *Ligne 16* : L'option « /sub=eleve_t3 » indique quelles sont les unités statistiques de niveau 2
43 (les élèves) dans lesquelles sont regroupées les unités statistiques de niveau 1 (le temps).

44 Sorties SAS :

45

46

Procédure Mixed					
Informations sur le modèle					
Table	WORK.SOUTIEN				
Variable dépendante	sout_global				
Structure de covariance	Variance Components				
Effet du sujet	eleve_t3				
Méthode d'estimation	ML				
Méthode de variance résiduelle	Profil				
Méthode SE des effets fixes	Basé(e) sur le modèle				
Méthode des degrés de liberté	Between-Within				
Dimensions					
Paramètres de covariance	2				
Colonnes dans X	1				
Colonnes dans Z par sujet	1				
Sujets	62				
Max. obs. par sujet	3				
Nombre d'observations					
Nombre d'observations lues	186				
Nombre d'observations utilisées	183				
Nombre d'observations non utilis	3				
Historique des itérations					
Itération	Evaluations	-2 Log-vrais.		Critère	
0	1	699.40883950			
1	2	649.49808309		0.00000001	
Correspond aux critères de convergence.					
Valeurs estimées des paramètres de covariance					
Param de cov	Sujet	Valeur estimée	Erreur type	Valeur Z	Pr > Z
Intercept	eleve_t3	1.4566	0.3410	4.27	<.0001
Residual		1.2228	0.1573	7.77	<.0001
Statistiques d'ajustement					
		-2 log-vraisemblance	649.5		
		AIC (préférer les petites	655.5		
		AICC (préférer les petite	655.6		
		BIC (préférer les petites	661.9		

108
109
110
111
112
113
114

Solution pour effets fixes					
Effet	Valeur estimée	Erreur type	DDL	Valeur du test t	Pr > t
Intercept	13.0499	0.1738	61	75.08	<.0001

115

Lignes 50 à 86 : Résumés d'informations concernant le modèle.

116

Ligne 89 : Indication concernant la convergence du modèle. Dans cet exemple, nous pouvons

117

constater que le modèle correspond aux critères de convergence.

118

Ligne 97 : Dans la colonne « valeur estimée » nous avons l'estimation de la variance inter-

119

élèves au niveau de la constante (niveau 2). Autrement dit, le soutien social perçu évolue dans

120

le temps entre les élèves.

121

Ligne 98 : Dans la colonne « valeur estimée » nous avons l'estimation de la variance intra-

122

élèves. Autrement dit, le soutien social perçu évolue dans le temps pour un même élève.

123

Ligne 114 : Dans la colonne « valeur estimée », nous avons l'estimation moyenne de la

124

constante. Cette estimation correspond au soutien social perçu moyen des élèves de

125

l'échantillon.

126

Syntaxe du modèle 2 (modèle inconditionnel de croissance n'autorisant pas

127

d'effet aléatoire du temps):

128

```
proc mixed data=work.soutien covtest noclprint method=ml;
```

129

```
class eleve_t3;
```

130

```
model sout_global= time/solution ddfm=bw;
```

131

```
random intercept/sub=eleve_t3;
```

132

```
run;
```

133

Ligne 130 : Le temps est intégré dans les effets fixes à estimer.

134

Sorties SAS :

135

136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203

Procédure Mixed					
Informations sur le modèle					
Table	WORK.SOUTIEN				
Variable dépendante	sout_global				
Structure de covariance	Variance Components				
Effet du sujet	eleve_t3				
Méthode d'estimation	ML				
Méthode de variance résiduelle	Profil				
Méthode SE des effets fixes	Basé(e) sur le modèle				
Méthode des degrés de liberté	Between-Within				
Dimensions					
Paramètres de covariance	2				
Colonnes dans X	2				
Colonnes dans Z par sujet	1				
Sujets	62				
Max. obs. par sujet	3				
Nombre d'observations					
Nombre d'observations lues	186				
Nombre d'observations utilisées	183				
Nombre d'observations non utilis	3				
Historique des itérations					
Itération	Evaluations	-2 Log-vrais.	Critère		
0	1	696.40062409			
1	2	644.15999493	0.00000000		
Correspond aux critères de convergence.					
Valeurs estimées des paramètres de covariance					
Param de cov	Sujet	Valeur estimée	Erreur type	Valeur Z	Pr > Z
Intercept	eleve_t3	1.4595	0.3381	4.32	<.0001
Residual		1.1744	0.1510	7.78	<.0001
Statistiques d'ajustement					
		-2 log-vraisemblance	644.2		
		AIC (préférer les petites	652.2		
		AICC (préférer les petite	652.4		
		BIC (préférer les petites	660.7		
Solution pour effets fixes					
Effet	Valeur estimée	Erreur type	DDL	Valeur du test t	Pr > t
Intercept	13.2759	0.1984	61	66.92	<.0001
time	-0.03847	0.01649	120	-2.33	0.0214
Type 3 Tests des effets fixes					
Effet	DDL Num.	DDL Res.	Valeur F	Pr > F	
time	1	120	5.44	0.0214	

204

205 *Ligne 196* : Colonne « valeur estimée », le coefficient de la variable indicatrice du temps est
206 négatif et significatif. Dans la mesure où la variable dépendante a été mesurée à trois reprises,
207 nous pouvons considérer la croissance absolue de celle-ci et annoncer que le soutien social
208 diminue au cours de la période étudiée. Cela revient à dire que, dans la limite de cette période,
209 les élèves se sentent de moins en moins soutenus au fil du temps.

210 Syntaxe du modèle 3 (modèle inconditionnel de croissance spécifiant un effet
211 aléatoire du temps):

```
212 proc mixed data=work.soutien covtest noclprint method=ml;  
213 class eleve_t3;  
214 model sout_global= time/solution ddfm=bw;  
215 random intercept time/sub=eleve_t3 type=un;  
216 run;
```

indique que l'on spécifie un effet
aléatoire du temps

L'option « type=un » indique
que l'on souhaite spécifier dans
notre modélisation une matrice
de covariances constantes-pentes
non structurée

220 Sorties SAS :

221

222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302

Procédure Mixed					
Informations sur le modèle					
Table	WORK.SOUTIEN				
Variable dépendante	sout_global				
Structure de covariance	Unstructured				
Effet du sujet	eleve_t3				
Méthode d'estimation	ML				
Méthode de variance	Profil				
résiduelle					
Méthode SE des	Basé(e) sur le modèle				
effets fixes					
Méthode des degrés	Between-Within				
de liberté					
Dimensions					
Paramètres de covariance	4				
Colonnes dans X	2				
Colonnes dans Z par sujet	2				
Sujets	62				
Max. obs. par sujet	3				
Nombre d'observations					
Nombre d'observations lues	186				
Nombre d'observations utilisées	183				
Nombre d'observations non utilis	3				
Historique des itérations					
Itération	Evaluations	-2 Log-vrais.		Critère	
0	1	696.40062409			
1	2	632.26436292		0.00000020	
2	1	632.26433353		0.00000000	
Correspond aux critères de convergence.					
Valeurs estimées des paramètres de covariance					
Param de cov	Sujet	Valeur estimée	Erreur type	Valeur Z	Pr Z
UN(1,1)	eleve_t3	1.9119	0.4590	4.16	<.0001
UN(2,1)	eleve_t3	-0.06490	0.03616	-1.79	0.0727
UN(2,2)	eleve_t3	0.01356	0.004546	2.98	0.0014
Residual		0.6900	0.1250	5.52	<.0001
Statistiques d'ajustement					
		-2 log-vraisemblance		632.3	
		AIC (préférer les petites		644.3	
		AICC (préférer les petite		644.7	
		BIC (préférer les petites		657.0	
Test du rapport de vraisemblance du modèle nul					
DDL		Khi-2	Pr > Khi-2		
3		64.14	<.0001		
Solution pour effets fixes					
Effet	Valeur estimée	Erreur type	DDL	Valeur du test t	Pr > t
Intercept	13.2755	0.2004	61	66.25	<.0001
time	-0.03827	0.01957	120	-1.96	0.0528
Type 3 Tests des effets fixes					
Effet	DDL Num.	DDL Res.	Valeur F	Pr > F	
time	1	120	3.83	0.0528	

303 *Ligne 269:* Nous constatons un effet aléatoire du temps significatif qui indique que les élèves
304 ne connaissent pas tous le même rythme de croissance (ou de décroissance dans cet exemple)
305 du soutien social perçu.

306 *Ligne 268 :* Le coefficient significatif de la covariance (constantes-pentes) indique que les
307 élèves qui se sentaient fortement soutenus en CM2 tendent à avoir une décroissance moins
308 forte que ceux qui se sentaient faiblement soutenus en CM2.

309 *Ligne 267 :* Le coefficient significatif indique la variance des constantes interindividuelles.

310 Syntaxe du modèle 4 (modèle de croissance) :

```
311 proc mixed data=work.soutien covtest noclprint method=ml;  
312 class eleve_t3;  
313 model sout_global= time mean_discrep_score mean_discrep_score*time/solution  
314 ddfm=bw;  
315 random intercept time/sub=eleve_t3 type=un;  
316 run;
```

317 *Ligne 313:* Introduction dans les effets fixes à estimer du sentiment de compétence générale et
318 d'une interaction entre cette variable et le temps.

319


```

321
322 Procédure Mixed
323 Informations sur le modèle
324
325 Table WORK.SOUTIEN
326 Variable dépendante sout_global
327 Structure de covariance Unstructured
328 Effet du sujet eleve_t3
329 Méthode d'estimation ML
330 Méthode de variance Profil
331 résiduelle
332 Méthode SE des Basé(e) sur le modèle
333 effets fixes
334 Méthode des degrés Between-Within
335 de liberté
336
337 Dimensions
338
339 Paramètres de covariance 4
340 Colonnes dans X 4
341 Colonnes dans Z par sujet 2
342 Sujets 62
343 Max. obs. par sujet 3
344
345 Nombre d'observations
346
347 Nombre d'observations lues 186
348 Nombre d'observations utilisées 181
349 Nombre d'observations non utilis 5
350
351 Historique des itérations
352
353 Itération Evaluations -2 Log-vrais. Critère
354
355 0 1 649.80903369
356 1 2 589.18141758 0.00002272
357 2 1 589.17846728 0.00000001
358
359 Correspond aux critères de convergence.
360 Valeurs estimées des paramètres de covariance
361
362 Param Valeur Erreur Valeur
363 de cov Sujet estimée type Z Pr Z
364
365 UN(1,1) eleve_t3 1.3648 0.3490 3.91 <.0001
366 UN(2,1) eleve_t3 -0.03711 0.02832 -1.31 0.1901
367 UN(2,2) eleve_t3 0.01089 0.003966 2.75 0.0030
368 Residual 0.5806 0.1101 5.27 <.0001
369
370 Statistiques d'ajustement
371
372 -2 log-vraisemblance 589.2
373 AIC (préférer les petites 605.2
374 AICC (préférer les petite 606.0
375
376 BIC (préférer les petites 622.2
377
378 Test du rapport de vraisemblance
379 du modèle nul
380
381 DDL Khi-2 Pr > Khi-2
382
383 3 60.63 <.0001
384
385 Solution pour effets fixes
386
387 Effet Valeur Erreur DDL Valeur
388 estimée type du test t Pr > |t|
389
390 Intercept 14.0866 0.2225 61 63.31 <.0001
391 time -0.08261 0.02415 116 -3.42 0.0009
392 mean_discrep_score 1.5834 0.2699 116 5.87 <.0001
393 time*mean_discrep_sc -0.06983 0.03349 116 -2.08 0.0393
394
395 Type 3 Tests des effets fixes
396
397
398
399
400

```

401
402
403
404
405
406

Effet	Num.	Res.	F	Pr > F
time	1	116	11.70	0.0009
mean_discrep_score	1	116	34.43	<.0001
time*mean_discrep_sc	1	116	4.35	0.0393

407

408 *Ligne 394* : La constante indique la moyenne du soutien social perçu au mois de mai de CM2
409 (i.e. quand le temps vaut 0) pour les élèves ayant un sentiment de compétence générale nul.

410 *Ligne 395* : Le coefficient fixe de la variable temporelle indique à présent le rythme de
411 croissance (ou de décroissance dans cet exemple) du soutien social perçu quand le sentiment
412 de compétence générale est nul.

413 *Ligne 396* : Le coefficient fixe du sentiment de compétence générale indique l'effet de cette
414 variable sur le niveau de soutien social perçu quand le temps vaut 0, autrement dit, au
415 commencement de l'étude (soit au mois de mai de l'année de CM2).

416 *Ligne 397* : Le terme d'interaction entre le sentiment de compétence générale et le temps est
417 significatif ce qui indique que la (dé)croissance dans le temps du soutien social perçu varie en
418 fonction du sentiment de compétence générale. Autrement dit, le rythme de (dé)croissance du
419 soutien social perçu est d'autant plus fort que le sentiment de compétence générale est plus
420 élevé.