

Chapitre 16

STATISTICA

Analyse de variance factorielle

ANOVA factorielle

A quoi cela sert?

- Je veux étudier plusieurs V_{inter} en même temps et connaître leurs interactions.
- Exemple: Je veux savoir si un groupe d'anxieux, de déprimés, de psychopathes et de phobiques ont le même score à un test. En même temps, je souhaite savoir si nous avons un effet du genre et si le genre interagit avec les groupes de patients

ANOVA factorielle

Etudes de plusieurs variables indépendantes inter-sujet :
 Télécharger le fichier *Exercice-Anova-enonce.pdf* et le fichier *Exercice-Anova-03.sta*

Pour nous entraîner ensemble, faisons l'exercice 03.

ANOVA factorielle

Correction Exercice-Anova-03:

1. VI inter-sujet :

- LIEU à 4 modalités : mer, ville, campagne, montagne
- SEXE à 2 modalités : homme, femme
- EMPLOI à 2 modalités : avec ou sans

VD : niveau de dépression

2. Tableau de variables inter-sujets :

N total	N=48															
LIEU	Campagne				Ville				Mer				montagne			
SEXE	femme	homme	femme	homme	femme	homme	femme	homme	femme	homme	femme	homme	femme	homme	femme	homme
EMPLOI	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans
Effectif	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ANOVA factorielle

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

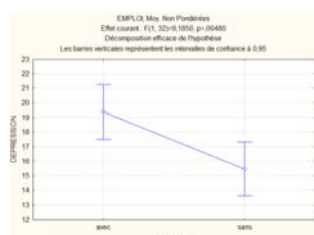
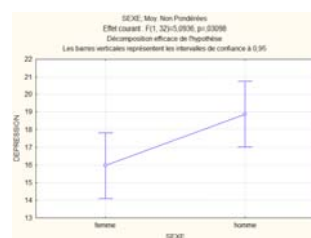
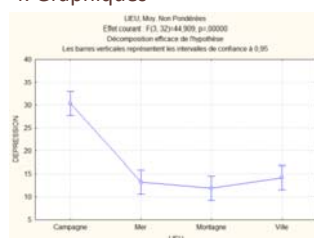
3.

- a. Effet simple de EMPLOI
- b. Effet simple de SEXE
- c. Effet simple de LIEU
- d. Interaction LIEU*EMPLOI
 - a. Contraste : pas d'effet simple de EMPLOI sur CAMPAGNE
 - b. Contraste : effet simple de EMPLOI sur MER
 - c. Contraste : effet simple de EMPLOI sur MER & CAMPAGNE
- e. Contraste : VILLE (2) versus MER (-1) & CAMPAGNE (-1)
- f. Contraste : CAMPAGNE (3) versus MER (-1) & MONTAGNE (-1) & VILLE (-1)

ANOVA factorielle

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

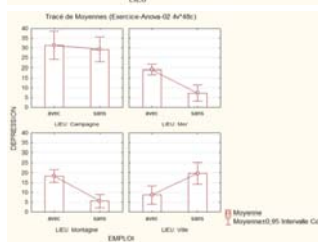
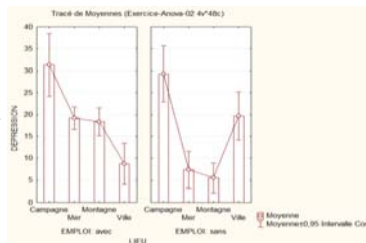
4. Graphiques



ANOVA factorielle

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

4. Graphiques

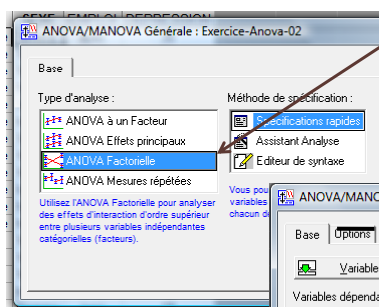


Il semblerait qu'EMPLOI n'a pas d'impact sur les gens qui habitent à la campagne. Néanmoins, il semblerait qu'EMPLOI a un impact sur les gens qui habitent à la mer, à la campagne, et de manière inverse à la ville.

ANOVA factorielle-Contraste

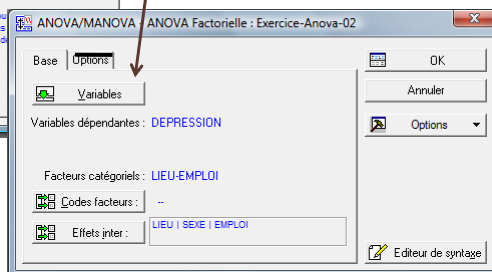
Correction Exercice-Anova-03 (suite):

5. Tester les hypothèses:



Ouvrez l'outil ANOVA factorielle

Sélectionnez vos Viintra et votre VD



ANOVA factorielle-Contraste

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

5. Tester les hypothèses:

Tests Univariés de Significativité pour DEPRESSION (Exercice-Anova-02)					
Paramétrisation sigma-restreinte					
Décomposition efficace de l'hypothèse					
Effet	SC	Degr. de Liberté	MC	F	p
ord. origine	14560.33	1	14560.33	726.5031	0.000000
LIEU	2700.17	3	900.06	44.9092	0.000000
SEXE	102.08	1	102.08	5.0936	0.030976
EMPLOI	184.08	1	184.08	9.1850	0.004803
LIEU*SEXE	103.75	3	34.58	1.7256	0.181462
LIEU*EMPLOI	1105.08	3	368.36	18.3798	0.000000
SEXE*EMPLOI	0.00	1	0.00	0.0000	1.000000
LIEU*SEXE*EMPLOI	17.17	3	5.72	0.2855	0.835479
Erreur	641.33	32	20.04		

Hypothèse a. validée, $F(1,32)=9.18, p=.005$.

Hypothèse b. validée, $F(1,32)=5, p<.0001$.

Hypothèse c. validée, $F(3,32)= 44.9, p<.0001$.

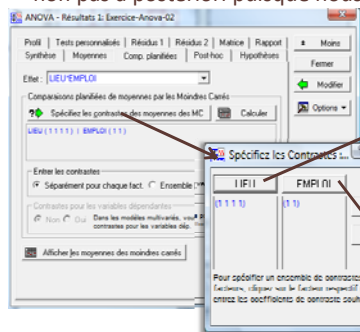
Hypothèse d. validée, $F(1,32)=18,37, p<.0001$.

ANOVA factorielle-Contraste

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

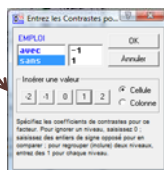
5. Travailler ou non n'a aucun impact sur les personnes vivant à la campagne :

Pour vérifier cela, nous allons mener des analyses de contrastes (i.e. *comparaison planifiée*, c'est-à-dire des comparaisons de moyennes a priori, et non pas a posteriori puisque nous avons formulé des hypothèses sur ces effets).



• Je souhaite uniquement les personnes habitant à la campagne.

- 0 : modalité ignorée.
- 1 : modalité d'intérêt



• Je souhaite voir l'effet du facteur EMPLOI. Je contraste les deux modalités : Opposition de coefficients de telle manière que leur somme soit nulle

ANOVA factorielle-Contraste

Correction Exercice-Anova-03 (suite):
 5. Travailler ou non n'a aucun impact sur les personnes vivant à la campagne :

- Vérifier que votre sélection de contraste est bonne:

Coefficients de Contraste Inter (Exercice-Anova-02)				
Coefficients pour chaque cellule dans les effets sélectionnés				
Cellule N°	LIEU	EMPLOI	Cellule	CONTRST1
1	Campagne	avec	6	-1
2	Campagne	sans	6	1
3	Mer	avec	6	0
4	Mer	sans	6	0
5	Montagne	avec	6	0
6	Montagne	sans	6	0
7	Ville	avec	6	0
8	Ville	sans	6	0

•Résultat:

Estimations de Contrastes (Exercice-Anova-02)						
Variable dépendante : DEPRESSION						
Contraste	Estimati	Er-Ty.	t	p	-95,00% Lmt Crif.	+95,00% Lmt Crif.
CONTRST1	-2,00000	2,584677	-0,773791	0,444734	-7,26481	3,264815

•Conclusion : Effet simple de EMPLOI sur les gens à la campagne n'est pas significatif. Chez les personnes habitant à la campagne, accéder à un emploi à aucun impact sur leur niveau de dépression.

A vous de jouer! Répondez à : Travailler ou non a un impact sur les personnes vivant à la mer :

ANOVA factorielle-Contraste

Correction Exercice-Anova-03 (suite):
 5. Travailler ou non a un impact sur les personnes vivant à la mer :

Coefficients de Contraste Inter (Exercice-Anova-02)				
Coefficients pour chaque cellule dans les e				
Cellule N°	LIEU	EMPLOI	Cellule	CONTRST1
1	Campagne	avec	6	0
2	Campagne	sans	6	0
3	Mer	avec	6	-1
4	Mer	sans	6	1
5	Montagne	avec	6	0
6	Montagne	sans	6	0
7	Ville	avec	6	0
8	Ville	sans	6	0

Estimations de Contrastes (Exercice-Anova-02)						
Variable dépendante : DEPRESSION						
Contraste	Estimati	Er-Ty.	t	p	-95,00% Lmt Crif.	+95,00% Lmt Crif.
CONTRST1	-11,83333	2,584677	-4,57826	0,000067	-17,0981	-6,56852

Conclusion : Effet simple de EMPLOI sur les gens à la mer est significatif. Chez les personnes habitant au bord de mer, l'accès à un emploi augmente le niveau de dépression.

ANOVA factorielle-Contraste

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

5. Travailler ou non a un impact sur les personnes vivant à la mer ou à la campagne (moyenne de CAMPAGNE et MER):

- Je souhaite uniquement les personnes habitant à la campagne et à la mer :

Cellule N°	LIEU	EMPLOI	Cellule	CNTRST1
1	Campagne	avec	6	-1
2	Campagne	sans	6	1
3	Mer	avec	6	-1
4	Mer	sans	6	1
5	Montagne	avec	6	0
6	Montagne	sans	6	0
7	Ville	avec	6	0
8	Ville	sans	6	0

Contraste	Variable dépendante : DEPRESSION				
	Estimati	Err-Ty.	t	p	+95,00% Lmt Cnf
CNTRST1	-13,8333	3,656285	-3,78447	0,000639	-21,2789 / -5,38776

• Conclusion : Effet simple de EMPLOI sur les gens à la mer ou à la campagne est significatif. Chez les personnes habitant au bord de mer ou à la campagne, l'accès à un emploi augmente le niveau de dépression.

ANOVA factorielle-Contraste

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

5. Le niveau de dépression des gens des villes est différents de celui des gens qui habitent la mer ou ceux qui habitent à la montagne (moyenne de VILLE versus moyenne des moyennes de MER et MONTAGNE) :

- Je travaille que sur le facteur LIEU. J'oppose VILLE versus MER & MONTAGNE de tel manière que la somme des coefficients soit nulle

Cellule N°	LIEU	Cellule	CNTRST1
1	Campagne	12	0
2	Mer	12	-1
3	Montagne	12	-1
4	Ville	12	2

Contraste	Variable dépendante : DEPRESSION				
	Estimati	Err-Ty.	t	p	+95,00% Lmt Cnf
CNTRST1	3,166667	3,166570	1,000346	0,324648	-3,28139 / 9,614722

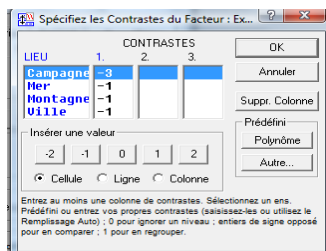
• Conclusion : Les gens qui habitent en ville ne sont pas plus déprimés que ceux qui habitent la mer ou la montagne.

Faites: Le niveau de dépression des gens des campagnes est différent de celui des gens qui habitent en ville ou au bord de la mer ou à la montagne

ANOVA factorielle-Contraste

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

5. Le niveau de dépression des gens des campagnes est différent de celui des gens qui habitent en ville ou au bord de la mer ou à la montagne (moyenne de CAMPAGNE versus moyenne de la moyenne de MER, de la moyenne de MONTAGNE, de la moyenne de VILLE) :



Cellule N°	Coefficients de Contraste Inter (E)		CNRST1
	LIEU	Cellule	
1	Campagne	12	3
2	Mer	12	-1
3	Montagne	12	-1
4	Ville	12	-1

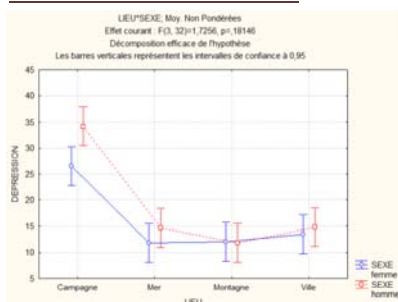
Estimations de Contrastes (Exercice-Anova-02)						
Variable dépendante : DEPRESSION						
Contraste	Estimati	Err-Ty.	t	p	-95,00% Lmt Cnf	+95,00% Lmt Cnf
CNRST1	51,66667	4,476792	11,54100	0,000000	42,54774	60,78559

•Conclusions : Les gens qui habitent la campagne sont significativement plus déprimés que ceux qui habitent en ville, au bord de mer ou à la montagne.

ANOVA factorielle-Post-hocs

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

6. Vérifier que le niveau de dépression des hommes et femmes ne diffère pas en fonction du lieu d'habitation :



L'interaction SEXE*LIEU n'est pas significative [$F(3,32)=1,72, p=.18$]. Mais il semblerait d'après le graphique que, chez les personnes habitant à la campagne, les hommes soient plus déprimés que les femmes. Pour vérifier cela, nous allons mener des analyses post-hoc (et non pas des analyses planifiées car nous n'avons aucune hypothèse sur cette effet). Nous allons faire un test LSD de Fisher →

ANOVA factorielle-Post-hocs

Correction Exercice-Anova-03 (suite):

6. Vérifier que le niveau de dépression des hommes et femmes ne diffère pas en fonction du lieu d'habitation :

Sélectionnez votre Facteur ou interaction

Test LSD : variable DEPRESSION (Exercice-Anova-02)									
Probabilités des Tests Post Hoc									
Erreur : MC Inter = 20,042, df = 32,000									
Cellule N°	LIEU	SEXE	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
1	Campagne	femme	26,500	34,167	11,833	14,667	12,000	11,833	13,500
2	Campagne	homme	0,005662	0,000003	0,000067	0,000003	0,000003	0,000018	0,000081
3	Mer	femme	0,000003	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
4	Mer	homme	0,000067	0,000000	0,281171	0,281171	0,309938	0,281171	0,654761
5	Montagne	femme	0,000003	0,000000	0,918987	0,309938	0,918987	0,566748	0,281171
6	Montagne	homme	0,000003	0,000000	1,000000	0,281171	0,948987	0,523636	0,254355
7	Ville	femme	0,000018	0,000000	0,523636	0,654761	0,566748	0,523636	0,609498
8	Ville	homme	0,000091	0,000000	0,254355	0,948987	0,281171	0,254355	0,609498

Il semblerait que les hommes soient bien plus déprimés que les femmes pour l'échantillon habitant à la campagne (LSD; $p=.005662$).

Nous vous conseillons d'utiliser le test LSD ou de Turkey (test les plus puissants, d'après l'ouvrage de Howell)

ANOVA factorielle

Entraînez-vous: Exercice-Anova-04 : (téléchargez [Exercice-Anova-04.sta](#) et [Exercice-Anova-annonce.pdf](#))

ANOVA factorielle-Exemple

Cet exemple est basé sur des données fictives reportées par Lindman (1974). Supposez que vous avez conduit une expérience visant à traiter de la question des comportements innés ou acquis ; plus précisément, vous avez testé les performances de différents rats dans un "labyrinthe en T". Le labyrinthe en T est un labyrinthe élémentaire, dans lequel la tâche du rat consiste à retrouver directement la nourriture placée en un endroit particulier, sans commettre d'erreurs. Trois lignées de rats servent pour cette expérience avec des capacités générales classées en trois catégories (lignées) pour résoudre le problème du labyrinthe en T : *Brillant*, *Mixte* et *Mauvais*. Pour chacune de ces lignées, 4 animaux ont été élevés en liberté, dans un environnement stimulant (*libre*) et 4 autres en captivité (*cage*). La mesure dépendante est le nombre d'erreurs commises par chaque rat pour résoudre le problème du labyrinthe en T. Les données de cette étude sont disponibles dans le fichier d'exemple **Rats.sta**.

LIRE « Exemple 2 : Un Modèle ANOVA 2 x 3 Inter-Groupes » de l'aide

ANOVA factorielle-Acquis

Ce que vous devez savoir faire à l'issue de ce chapitre pour l'analyse de variance factorielle :

- Savoir ce qu'est un ANOVA factorielle et connaître le contexte d'utilisation***
- Utiliser l'outil d'ANOVA factorielle
- Interpréter des interactions et faire des graphiques correspondant à vos hypothèses***
- Discriminer les analyses a priori des analyses a posteriori***
- Mener des analyses de contrastes
- Mener des analyses a posteriori
 - Test LSD
 - Test de Tukey