

Chapitre 11

STATISTICA

Test d'hypothèses

Différences entre groupes
(échantillons indépendants
/Variable inter-sujet)

Différences entre groupes

But des tests d'hypothèse:

Les hypothèses sont des prévisions *a priori* que nous faisons sur la structure des résultats.

But des différences entre groupes:

Je souhaite savoir si deux échantillons indépendants (i.e. deux groupes) sont différents (par rapport à leur moyenne et variance).

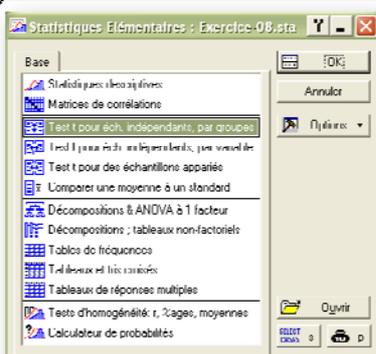
Différences entre groupes

A quoi cela sert?

Comparer les Moyennes / Variances de Deux Groupes

Ce module calcule le test t pour des échantillons indépendants, permettant de comparer la moyenne de deux groupes. Ce test suppose que les données des deux groupes soient distribuées normalement. Si la valeur t obtenue est statistiquement significative, nous pouvons en déduire que les moyennes des deux groupes (et par conséquent des deux populations desquelles sont issus nos deux échantillons d'observations) sont différentes. La feuille de données du test t reporte également le test du F pour comparer les variances des deux groupes ; s'il est statistiquement significatif, nous pouvons en conclure que les variances (dispersions) des deux groupes sont différentes. Ce module, grâce à son calculateur de probabilités, vous permet de comparer une moyenne à n'importe quelle valeur d'hypothèse.

Différences entre 2 groupes



Ouvrez le fichier **Exercice-08.sta**

Nous cherchons à savoir si les femmes ou hommes ont un QI différent.

$$H_0: QI_{\text{femme}} = QI_{\text{homme}}$$

$$H_1: QI_{\text{femme}} \neq QI_{\text{homme}}$$

	1	2	
	QI	Sexe	
1	136	femme	
2	86	femme	
3	127	femme	
4	117	femme	
5	91	homme	
6	98	homme	
7	77	homme	

Remarquez la structure des données. La VI-intersujet est codé par une variable.

Différences entre 2 groupes

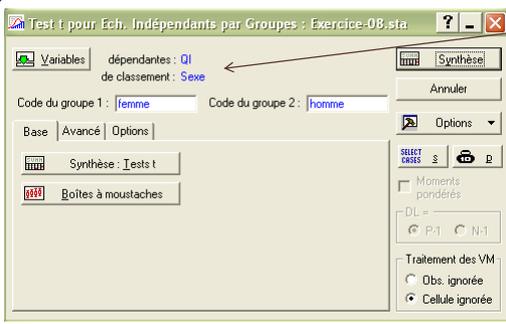
Parfois les données sont déjà arrangées (par exemple comme dans une feuille de données), et chaque colonne ou variable du fichier représente un groupe :

	1 QI femme	2 QI homme
1	136	91
2	86	98
3	127	70
4	117	102
5	72	89
Σ	428	760



La commande Test t pour des échantillons indépendants du module Statistiques Élémentaires peut également calculer des tests t pour des données présentées de cette manière. Sachez toutefois que cette disposition (mise en forme) est rare et peu recommandée si vous travaillez avec de gros fichiers de données

Différences entre 2 groupes



Sélectionnez vos variables (*de classement* = VI inter-sujet et *dépendante* = VD ou mesure)

Différences entre 2 groupes

Variable	Moyenne		Valeur t	dl	p	N Actifs		Ecart-Type		Ratio F	
	femme	homme				femme	homme	femme	homme	Variances	Variances
Q1	106,2564	108,0625	-0,398111	85	0,691546	39	48	22,34151	19,93330	1,256223	0,454397

- T de Student.
 - Non significatif
 - Donc accepte H0
 - Les deux moyennes sont identiques
- Ratio de F.
 - Non significatif
 - Donc les deux variances ne sont pas différentes

Différences entre 2 groupes

Tester l'homogénéité des variances avec:

- **Test de Levene** : Pour chaque variable dépendante, une analyse de variance est réalisée sur les écarts absolus des valeurs aux moyennes des groupes respectifs. Si le test de Levene est statistiquement significatif, l'hypothèse d'homogénéité des variances doit être rejetée.

Levene	dl	p
F(1, dl)	Levene	Levene
1,220062	85	0,272461

↓

Les variances de ces deux groupes sont homogènes

• **Test de Brown & Forsythe** : Au lieu de réaliser une ANOVA sur les écarts à la moyenne, ce test effectue cette analyse sur les écarts aux médianes de groupes. Ce test est plus robuste que le test de Levene.

Brm-Fors	dl	p
F(1, dl)	Brm-Fors	Brm-Fors
1,328873	85	0,252237

Différences entre 2 groupes

Résumé:

Si vous voulez comparer deux échantillons indépendants:

- Vérifier que vos données soient bien ordonnées
- Calculer le T de Student (si significatif alors rejet de H_0)
 - Test T même sur échantillon de petite taille ($n=10$)
- Conditions:
 - La variable doit être distribuée normalement dans chaque groupe (test de Kolmogorov-Smirnov ou le test W de Shapiro-Wilk)
 - les variances dans les différents groupes sont égales (homogènes) (test F, test de Levene, Test de Brown-Forsythe), principalement pour les échantillons petits
- Si condition non remplies alors test non-paramétrique (Test des Suites de Wald-Wolfowitz, Test de Kolmogorov-Smirnov ou Test U de Mann-Whitney)

Différences entre 2 groupes

Tests non-paramétriques :

Si les conditions d'application du T de Student ne sont pas remplies

The screenshot displays the STATISTICA software interface. On the left, the 'Statistiques' menu is open, with 'Tests Non-Paramétriques' highlighted. An arrow points from this menu item to a dialog box titled 'Tests Non-Paramétriques : Exercice-08.sta'. The dialog box shows a list of non-parametric tests, with 'Comparaison de 2 échantillons indépendants (groupes)' selected. Other visible options include 'Tables 2 x 2 (χ^2 , Fisher exact, McNemar, Fisher exact)', 'X observé vs théorique', 'Corrélations (Spearman, tau de Kendall, gamma)', 'Comparaison de plusieurs échantillons indépendants (groupes)', 'Comparaison de 2 échantillons appariés (variables)', 'Comparaison de plusieurs échantillons appariés (variables)', 'Test Q de Cochran', and 'Statistiques descriptives ordinales (médiane, mode, ...)'. The dialog box also features buttons for 'OK', 'Annuler', 'Options', and 'Ouvrir'.

Différences entre 2 groupes

Tests non-paramétriques :

Comparaison de Deux Groupes : Ex...

Variables :

Dépendantes : Q1
de Classement : Sexe

Codes du Groupe 1 : femme 2 : homme

Bas :

- Test des suites de Wald-Wolfowitz
- Test de Kolmogorov-S. de 2 échant.
- Test U de Mann-Whitney
- Boîte à moustaches tous groupes
- Histogramme catégorisé par groupe

- **Test des Suites de Wald-Wolfowitz**

Test des Suites de Wald-Wolfowitz (Exercice 08 sta)										
Par var. Sexe										
Tests significatifs marqués à p < .05000										
Variable	N Actif	N Actif	Moyenne	Moyenne	Z	niv. p	Z ajusté	niv. p	Nbre de	Nbre d'
	femme	homme	femme	homme					Suites	ex-aequo
Q1	39	48	106,2564	108,0625	1,518768	0,128822	1,439748	0,150615	51	21

- **Test de Kolmogorov-Smirnov**

Test de Kolmogorov-Smirnov (Exercice 08 sta)										
Par var. Sexe										
Tests significatifs marqués à p < .05000										
variable	Max Nég	Max Pos	niv. p	Moyenne	Moyenne	Ec-Type	Ec-Type	N Actif	N Actif	
	Différenc	Différenc		femme	homme	femme	homme	femme	homme	
Q1	-0,134615	0,100962	p > .10	106,2564	108,0625	22,34151	19,93330	39	48	

- **Test U de Mann-Whitney**

Test U de Mann-Whitney (Exercice 08 sta)										
Par var. Sexe										
Tests significatifs marqués à p < .05000										
variable	SommeRgs	SommeRgs	U	Z	niv. p	Z	niv. p	N Actif	N Actif	Z ² (1-p)
	femme	homme				ajusté		femme	homme	p exact
Q1	1688,000	2140,000	908,0000	-0,288976	0,811124	-0,258054	0,811063	39	48	0,815379

Test uni- ou bilatéral ?

Si vous n'avez pas de prédiction sur la direction de vos résultats
→ test bilatéral

Si vous avez une prédiction sur la direction de vos résultats
→ test unilatéral

Quizz:
Un a de 0,05 est employé. Le chercheur ne prédit pas la direction de ses résultats.

- a) L'hypothèse posée est-elle unilatérale ou bilatérale ?
- b) Le chercheur a-t-il raison de prétendre que son hypothèse est la plus puissante ?

Test uni- ou bilatéral ?

Correction Quiz 1:

- a) Bilatéral
- b) Non, au contraire. Un test unilatéral est toujours plus puissant qu'un test bilatéral.

Quiz 2:

Un ingénieur construit un pont. Il teste l'amplitude des vibrations sur ce pont en comparaison avec la moyenne habituelle de l'amplitude de vibrations des autres structures qu'il a construites. Ici, H_0 stipule qu'il n'y a pas de différence entre l'amplitude des vibrations du pont en comparaison avec la moyenne des autres structures (c'est-à-dire. que le pont est sécuritaire), alors que H_1 assume qu'il y a une différence entre l'amplitude des vibrations du pont et celle des autres ponts (c'est-à-dire. que le pont est dangereux).

1. Selon vous, quel type d'erreur (a ou b) l'ingénieur devrait davantage tenir compte et tenter de minimiser ? Pourquoi ?
2. L'hypothèse alternative doit être unilatérale ou bilatérale ?

Test uni- ou bilatéral ?

Correction Quiz 2:

1. Puisque l'ingénieur teste un aspect sécuritaire, il doit s'assurer qu'il ne commet pas d'erreur b, soit de déclarer que le pont est sécuritaire (H_0 non-rejetée) alors qu'il est en fait dangereux (H_0 est fausse). Dans cette situation, l'aspect non-sécuritaire du pont, non identifié par le test (erreur b), risque d'amener un accident possiblement mortel. Dans ces conditions, il est préférable pour l'ingénieur de commettre une erreur a, c'est-à-dire de rejeter H_0 (affirmer que le pont est dangereux) alors que H_0 est vraie (le pont est sécuritaire). En effet, ce faisant, celui-ci s'oblige à consolider la structure de son pont, alors qu'en réalité, ce n'est peut-être pas nécessaire.
2. Unilatéral

Différences entre 2 groupes

Exercice 1:

Dans une étude sur la motivation et l'apprentissage, on demande à des élèves de quatrième de lire un document scientifique. Les sujets sont répartis en deux groupes distincts. Dans l'un des deux groupe (témoin), les titres de section du document sont inintéressants, tandis que dans l'autre groupe (groupe test), ils sont accrocheurs. Seuls les titres changent d'un groupe à l'autre, et ils sont choisis de la même longueur.

Ouvrez le fichier **Exercice-12.sta**

Ainley, M., et al. (2001). Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. Journal of Educational Psychology, 44.

Différences entre 2 groupes

Correction Exercice 1:

Un test de comparaison de moyennes pour deux échantillons indépendants est envisageable ici. Il n'est valable que sous l'hypothèse de normalité de la variable T dans les deux situations. Les écarts type observés ne sont pas différent (Levene et Bm-Fors non significatifs), si bien que l'hypothèse d'égalité des variances est raisonnable. On trouve $t = 3.3$ qui est significatif au risque $\alpha = 0.01$ avec 38 dl. Les moyennes observées montrent que le groupe témoin ($m_t = 7.3$) est moins rapide que le groupe test ($m_{te} = 4.9$). On conclut donc que le caractère accrocheur des titres est un facteur augmentant la vitesse de lecture.

Tests t : Classmt : Groupe (Exercice-12)										
Groupe1: témoin										
Groupe2: test										
Variable	Moyenne témoin	Moyenne test	Valeur t	dl	p	N Actifs témoin	N Actifs test			
Note	7.300000	4.900000	3.275578	38	0.002255	20	20			
Écart-Type témoin	Écart-Type test	Ratio F Variances	p	Levene F(1,dl)	dl	p	Bm-Fors F(1,dl)	dl	p	Bm-Fors
2.408319	2.221901	1.174840	0.729038	0.957145	38	0.334095	1.014957	38	0.320090	

Ainley, M., et al. (2001). Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. Journal of Educational Psychology, 44.

Différences entre 2 groupes

Exercice 2:

Pour étudier les effets des contrats de travail à durée déterminée (CDD) sur le moral, on relève sur deux groupes (un groupe de CDD et un groupe de CDI) des scores d'anxiété A et de stress S.

Ouvrez le fichier **Exercice-13.sta**

Les personnes ayant un CDD sont-ils plus ou moins anxieux et stressé que ceux qui ont un CDI?

Parker, S. K. et al. (2002). Effect of temporary contracts on perceived work characteristics and job strain : a longitudinal study. *Personal Psychology*, 60(3)

Différences entre 2 groupes

Correction-Exercice 2:

1. Les deux échantillons suivent-ils une loi normale?

Choisissez vos VI et VD comme ceci.

Sélectionnez « tous les résultats »

Différences entre 2 groupes

Correction-Exercice 2:

1. Les deux échantillons suivent-ils une loi normale?

CDD						
Table de fréquences : Anxiete (Exercice-13.sta)						
K-S d= 13542, p> .20; Lilliefors p> .20						
Catégorie	Effectifs	Effectifs Cumulés	% Indiv. Actifs	% Cumulé Ind. Act.	% toutes Observ.	% Cumulé du Total
10,00000<x<=15,00000	1	1	5,00000	5,00000	5,00000	5,00000
15,00000<x<=20,00000	6	7	30,00000	35,00000	30,00000	35,00000
20,00000<x<=25,00000	4	11	20,00000	55,00000	20,00000	55,00000
25,00000<x<=30,00000	4	15	20,00000	75,00000	20,00000	75,00000
30,00000<x<=35,00000	3	18	15,00000	90,00000	15,00000	90,00000
35,00000<x<=40,00000	2	20	10,00000	100,00000	10,00000	100,00000
VM	0	20	0,00000		0,00000	100,00000

Pour l'anxiété, les tests de Kolmogorov-Smirnov et Lilliefors ne sont pas significatifs donc nos distributions sont normales.

CDI						
Table de fréquences : Anxiete (Exercice-13.sta)						
K-S d= 16205, p> .20; Lilliefors p< .20						
Catégorie	Effectifs	Effectifs Cumulés	% Indiv. Actifs	% Cumulé Ind. Act.	% toutes Observ.	% Cumulé du Total
10,00000<x<=15,00000	3	3	15,00000	15,00000	15,00000	15,00000
15,00000<x<=20,00000	3	6	15,00000	30,00000	15,00000	30,00000
20,00000<x<=25,00000	3	9	15,00000	45,00000	15,00000	45,00000
25,00000<x<=30,00000	1	10	5,00000	50,00000	5,00000	50,00000
30,00000<x<=35,00000	6	16	30,00000	80,00000	30,00000	80,00000
35,00000<x<=40,00000	4	20	20,00000	100,00000	20,00000	100,00000
VM	0	20	0,00000		0,00000	100,00000

Différences entre 2 groupes

Correction-Exercice 2:

1. Les deux échantillons suivent-ils une loi normale?

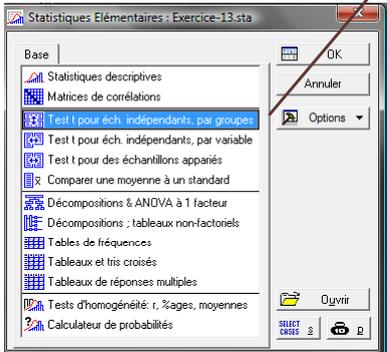
CDD						
Table de fréquences : Stress (Exercice-13.sta)						
K-S d= 14865, p> .20; Lilliefors p> .20						
Catégorie	Effectifs	Effectifs Cumulés	% Indiv. Actifs	% Cumulé Ind. Act.	% toutes Observ.	% Cumulé du Total
5,00000<x<=10,00000	1	1	5,00000	5,00000	5,00000	5,00000
10,00000<x<=15,00000	4	5	20,00000	25,00000	20,00000	25,00000
15,00000<x<=20,00000	1	6	5,00000	30,00000	5,00000	30,00000
20,00000<x<=25,00000	7	13	35,00000	65,00000	35,00000	65,00000
25,00000<x<=30,00000	5	18	25,00000	90,00000	25,00000	90,00000
30,00000<x<=35,00000	1	19	5,00000	95,00000	5,00000	95,00000
35,00000<x<=40,00000	1	20	5,00000	100,00000	5,00000	100,00000
VM	0	20	0,00000		0,00000	100,00000

Pour le stress, les tests de Kolmogorov-Smirnov et Lilliefors ne sont pas significatifs donc nos distributions sont normales. Donc, nous pouvons faire des T de Student.

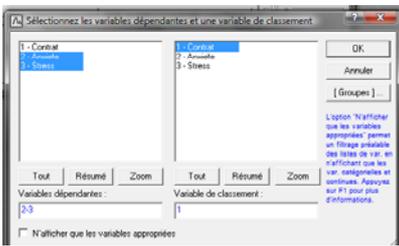
CDI						
Table de fréquences : Stress (Exercice-13.sta)						
K-S d= 13625, p> .20; Lilliefors p> .20						
Catégorie	Effectifs	Effectifs Cumulés	% Indiv. Actifs	% Cumulé Ind. Act.	% toutes Observ.	% Cumulé du Total
5,00000<x<=10,00000	0	0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
10,00000<x<=15,00000	6	6	30,00000	30,00000	30,00000	30,00000
15,00000<x<=20,00000	6	12	30,00000	60,00000	30,00000	60,00000
20,00000<x<=25,00000	6	18	30,00000	90,00000	30,00000	90,00000
25,00000<x<=30,00000	2	20	10,00000	100,00000	10,00000	100,00000
VM	0	20	0,00000		0,00000	100,00000

Différences entre 2 groupes

Correction-Exercice 2:
2. Comparaison de moyenne et Homogénéité des variances:




Choisissez vos VI/VD et cochez les tests d'homogénéité



Différences entre 2 groupes

Correction-Exercice 2:
2. Comparaison de moyenne et Homogénéité des variances:

Tests t : Classmt : Contrat (Exercice-13.sta)											
Groupe1: CDI											
Groupe2: CDD											
Variable	Moyenne CDI	Moyenne CDD	Valeur t	dl	p	N Actifs CDI	N Actifs CDD	Ecart-Type CDI	Ecart-Type CDD	Ratio F Variances	p Variances
Anxiété	27,30000	24,85000	0,96711	38	0,339606	20	20	8,850216	7,073114	1,565620	0,336902
Stress	18,90000	23,05000	-2,13576	38	0,039204	20	20	5,004209	7,104298	2,015448	0,135521

Levene F(1,dl)	Levene Levene	p Levene	Bm-Fors F(1,dl)	dl Bm-Fors	p Bm-Fors
3,194580	38	0,081861	2,061246	38	0,159268
1,548219	38	0,221019	1,524859	38	0,224467

- Les tests de Levene et Brown & Forsythe ne sont pas significatifs : donc les deux échantillons n'ont pas de différences dans leur variance → Nous pouvons faire un T de Student sur échantillon indépendant.
- Le T de Student pour échantillon indépendant n'est pas significatif pour l'anxiété (t=0.96, p<.34); les personnes en CDI et en CDD n'ont significativement pas de différence sur le plan de l'anxiété.
- Le T de Student pour échantillon indépendant est significatif pour le stress (t=-2.13, p<.039); les personnes en CDD (moyenne=23,05) sont significativement plus stressées que les personnes en CDI (moyenne=18.9).

Différence de 2 groupes-Acquis

Ce que vous devez savoir faire à l'issu de ce chapitre pour les comparaisons de deux groupes :

- Organiser les données correctement
- Différencier échantillon indépendant et apparié***
- Interpréter le T de Student***
- Connaître les conditions d'application du T de Student pour échantillon ind.***
 - Même si petit échantillon***
 - Homogénéité des variance***
 - Chaque groupe suit une distribution normale ***
- Tester l'homogénéité des variances***
 - Test F***
 - Test de Livene***
 - Test de Brown-Forsythe***
- Tester la normalité de chaque groupe***
 - Test de Kolmogorov-Smirnov***
 - Test W de Shapiro-Wilk***
- Savoir quoi faire en cas de non respect des conditions d'applications du T de Student (les différents tests non-paramétriques en sont pas à retenir)
- Différencier les tests uni et bilatéraux***