Variables		1 échantillon 1 mesure	1 échantillon 2 mesures	2 échantillons 1 mesure	k échantillons 1 mesure
	Nominales	Chapitre 6 • Test sur une proportion	• Test de McNemar	Chapitre 7 • Test de l'égalité de deux proportions • Test d'indépendance du χ^2 (table de dimension $r \times 2$)	• Test d'indépendance du χ^2 (table de dimension $r \times k$)
	Ordinales	Chapitre 8.3 • Test de Wilcoxon sur un échantillon	Chapitre 9.2 • Test de Wilcoxon sur mesures pairées	Chapitre 10.2 • Test de Mann-Whitney	Chapitre 11.3 • Test de Kruskal-Wallis
	Numériques	Chapitre 8.2 • Test Shapiro-Wilk Chapitre 8.1 • Test de Student sur un échantillon	Chapitre 9.1 • Test de Student à mesures répétées	Chapitre 10.1 • Test de l'homogénéité des variances • Test de Student à deux groupes indépendants • Test de Welch	Chapitre 11.2 • Analyse de variance à un facteur de classification • Comparaisons multiples

<u>En général si p < α, on rejette H0</u>

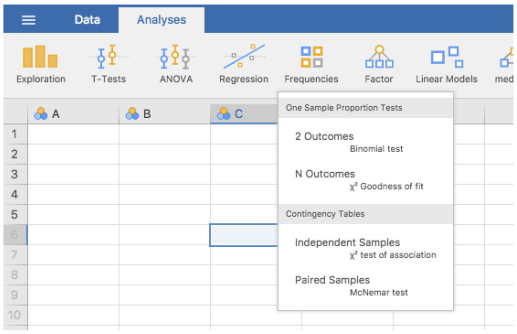
Test sur une proportion (Données brutes)

Saisie des données

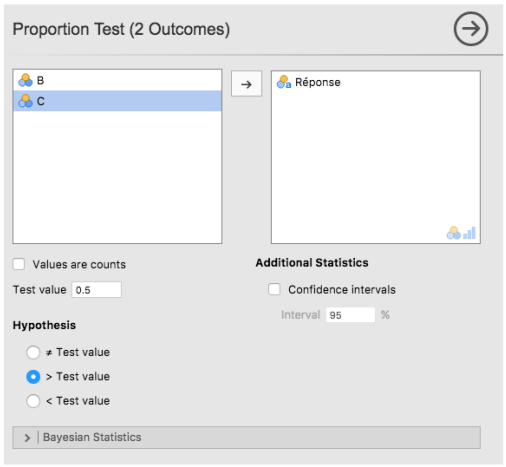
	Réponse	B	C
1	Juste		
2	Juste		
3	Faux		
4	Juste		
5	Juste		
6	Juste		
7	Juste		
8	Juste		
9			

Choix du test

Analyses ⟶ Frequencies ⟶ 2 Outcomes (Binomial test)



Choix des options



Résultat

```
##
##  PROPORTION TEST (2 OUTCOMES)
##
##  Binomial Test
##
##  ──────────────────────────────────────────────────────────
##                Level    Count    Total    Proportion    p
##  ──────────────────────────────────────────────────────────
##    Réponse     Faux         1        8         0.125    0.996
##                Juste        7        8         0.875    0.035
##  ──────────────────────────────────────────────────────────
##
##    Note. Hₐ is proportion > 0.5
```

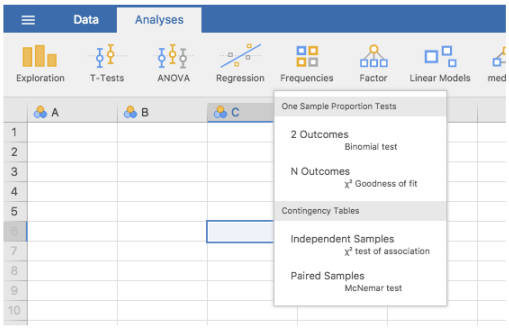
Test sur une proportion (Données regroupées)

Saisie des données

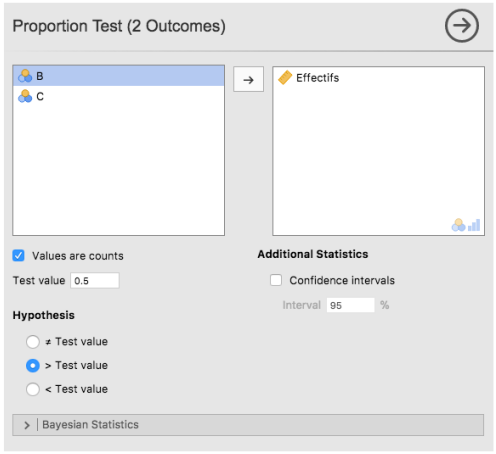
	Effectifs	B	C
1	1		
2	7		
3			
4			
5			

Choix du test

Analyses ⟶ Frequencies ⟶ 2 Outcomes (Binomial test)



Choix des options



Résultat

```
##
##  PROPORTION TEST (2 OUTCOMES)
##
##  Binomial Test
##
##  ──────────────────────────────────────────────────────────
##                Level    Count    Total    Proportion    p
##  ──────────────────────────────────────────────────────────
##    Effectifs   1            1        8         0.125    0.996
##                2            7        8         0.875    0.035
##  ──────────────────────────────────────────────────────────
##
##    Note. Hₐ is proportion > 0.5
```

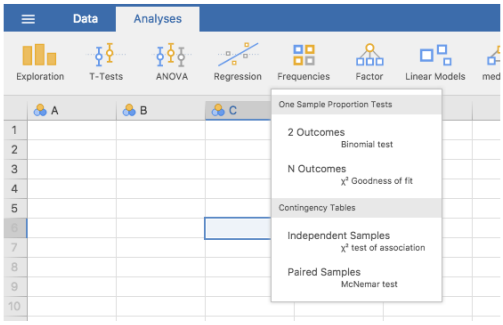
Test sur deux proportions (données regroupées)

Saisie des données

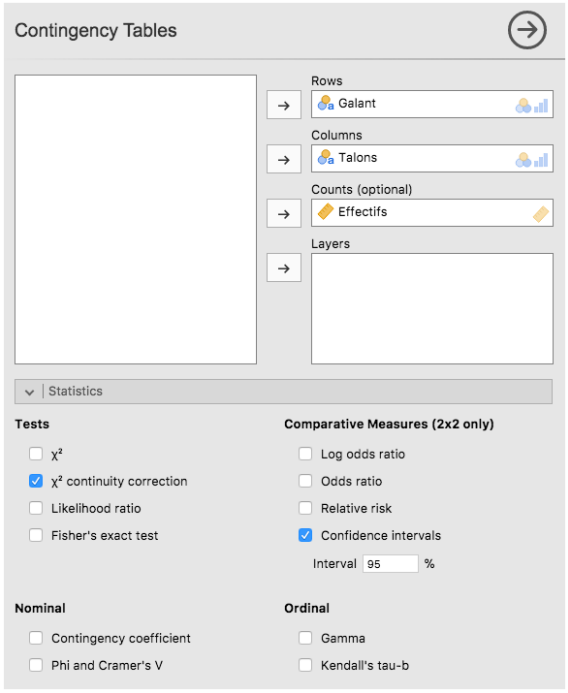
	Talons	Galant	Effectifs
1	Hauts	Oui	37
2	Hauts	Non	23
3	Plats	Oui	56
4	Plats	Non	4
5			

Choix du test

Analyses ⟶ Frequencies ⟶ Independent Samples (χ^2 test of association)



Choix des options



Résultat

```
##
##  CONTINGENCY TABLES
##
##  Contingency Tables
##  ──────────────────────────────────────
##    Galant    Hauts    Plats    Total
##  ──────────────────────────────────────
##    Non          23        4       27
##    Oui          37       56       93
##    Total        60       60      120
##  ──────────────────────────────────────
##
##
##  χ² Tests
##  ──────────────────────────────────────────────
##                                Value    df    p
##  ──────────────────────────────────────────────
##    χ² continuity correction     15.5     1    < .001
##    N                           120
##  ──────────────────────────────────────────────
```

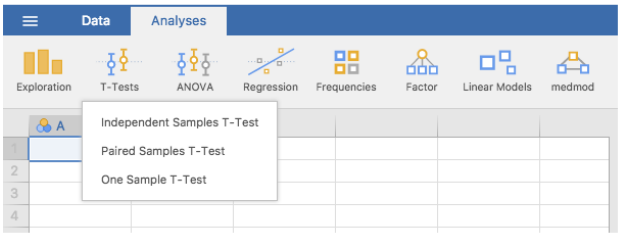
Test de Student sur un échantillon

Saisie des données

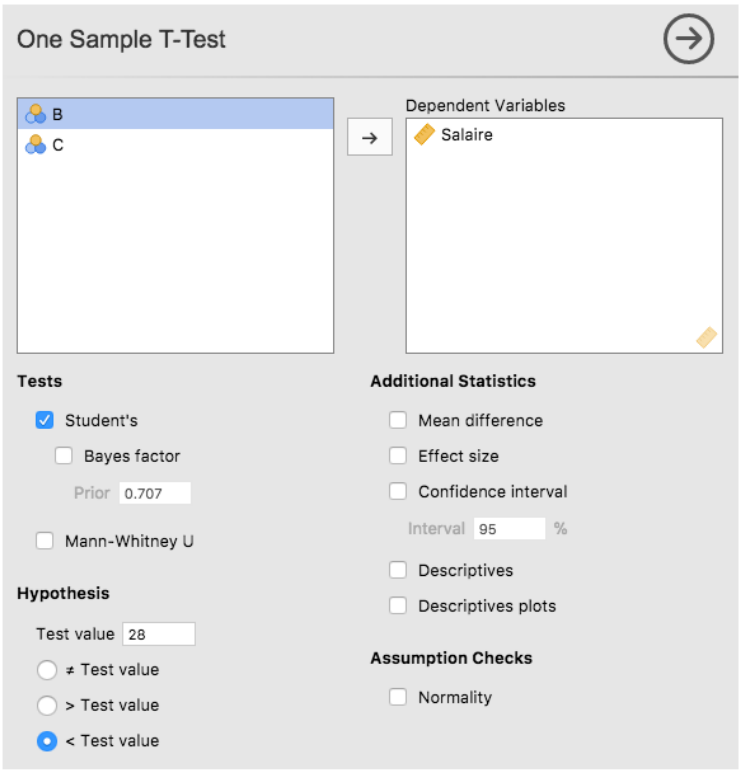
	Salaire	B	C
1	24		
2	27		
3	31		
4	21		
5	19		
6	26		
7	28		
8	22		
9	15		
10	25		
11			
12			

Choix du test

Analyses ⟶ T-Tests ⟶ One Sample T-Test



Choix des options



Résultat

```
##
##  ONE SAMPLE T-TEST
##
##  One Sample T-Test
##  ──────────────────────────────────────────────
##                                statistic    df      p
##  ──────────────────────────────────────────────
##    Salaire    Student's t          -2.83    9.00    0.010
##  ──────────────────────────────────────────────
##    Note. Hₐ population mean < 28
```

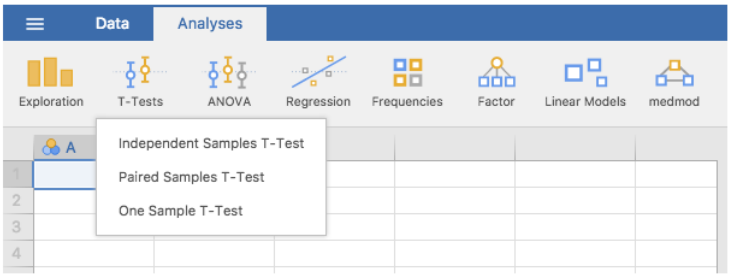
Test de Wilcoxon sur un échantillon

Saisie des données

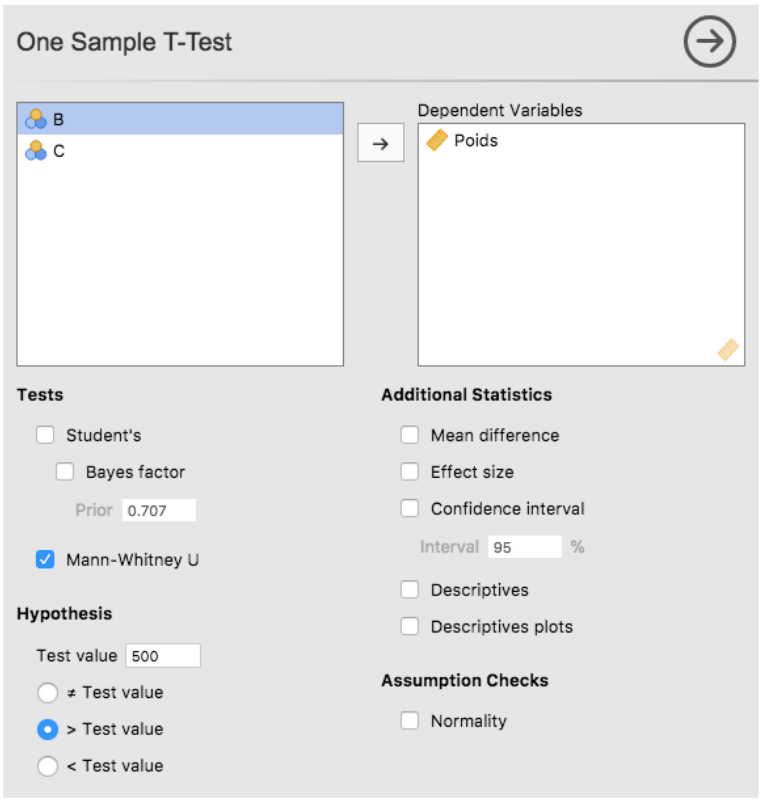
	Poids	B	C
1	576		
2	491		
3	485		
4	499		
5	606		
6	493		
7	506		
8	585		
9			
10			

Choix du test

Analyses ⟶ T-Tests ⟶ One Sample T-Test



Choix des options



Résultat

```
##
##  ONE SAMPLE T-TEST
##
##  One Sample T-Test
##  ──────────────────────────────────────────────
##                              stat    p
##  ──────────────────────────────────────────────
##    Poids    Mann-Whitney U    23.0    0.273
##  ──────────────────────────────────────────────
##    Note. Hₐ population mean > 500
```

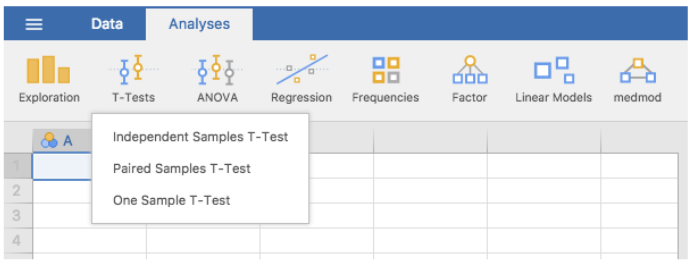
Test de Student sur mesures pairées

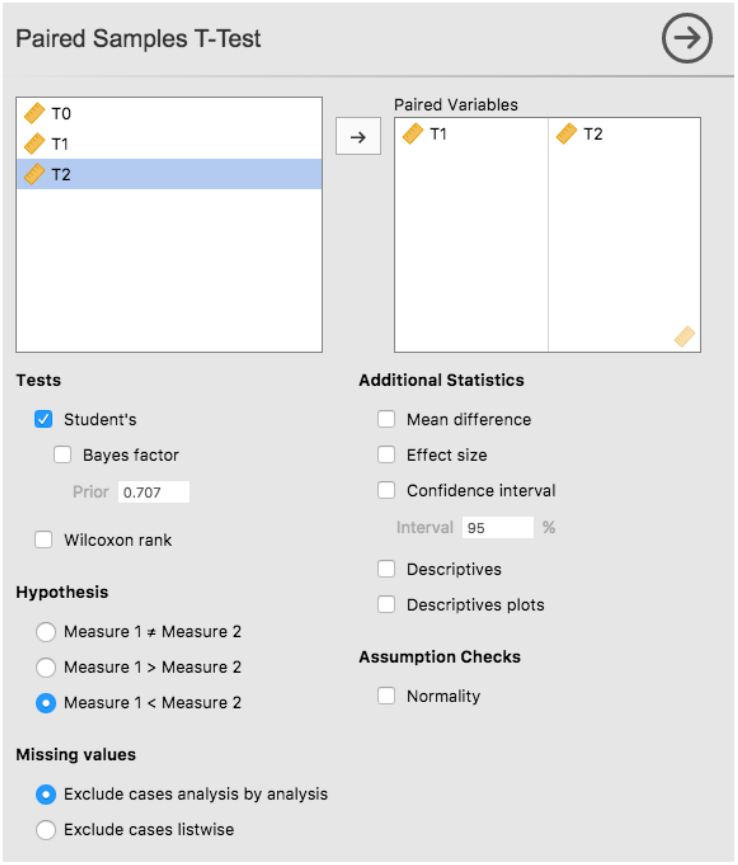
Saisie des données

	T0	T1	T2
1	38	15	16
2	29	10	4
3	37	7	13
4	30	10	33
5	36	12	9
6	37	2	11
7	43	14	26
8	40	3	0
9	25	20	11
10	38	14	16
11	46	31	43
12	46	14	24
13			

Choix du test

Analyses ⟶ T-Tests ⟶ Paired Samples T-Test





Résultat

```
##
##  PAIRED SAMPLES T-TEST
##
##  Paired Samples T-Test
##  ──────────────────────────────────────────────────
##                                statistic    df      p
##  ──────────────────────────────────────────────────
##    T1    T2    Student's t        -1.69    11.0    0.059
##  ──────────────────────────────────────────────────
##    Note. Hₐ Measure 1 < Measure 2
```

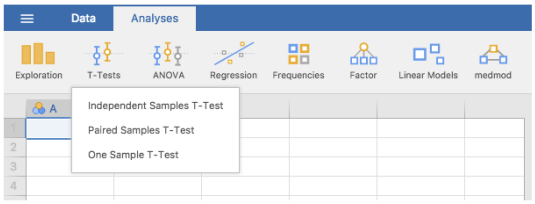
Test de Student sur deux groupes indépendants

Saisie des données

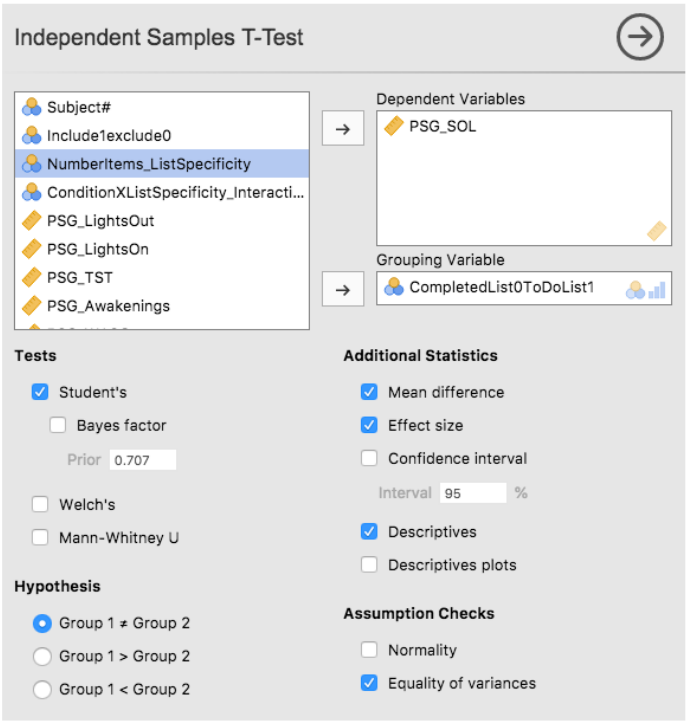
	Subject#	CompletedList0ToDoList1	PSG_SOL
1	101	Completed	19.5
2	102	To Do	26.5
3	103	To Do	9.5
4	105	Completed	46.5
5	106	Completed	25.0
6	107	To Do	29.0
7	108	Completed	30.5
8	109	Completed	22.0
9	110	To Do	8.0
10	111	To Do	4.5
11	112	Completed	30.7
12	114	Completed	68.0
13	115	To Do	15.5
14	116	Completed	41.0
15	117	To Do	6.0
16	118	Completed	21.0
17	119	To Do	15.5
18	120	Completed	3.0
19	121	Completed	7.5
20	122	To Do	28.0

Choix du test

Analyses ⟶ T-Tests ⟶ Independent Samples T-Test



Choix des options



Résultat

```
##
##  INDEPENDENT SAMPLES T-TEST
##
##  Independent Samples T-Test
##
##                                statistic    df      p        Mean difference    SE difference    Cohen's d
##  ------------------------------------------------------------------------------------------------------------
##    PSG_SOL    Student's t          2.32    55.0    0.024               9.27             3.98        0.616
##  ------------------------------------------------------------------------------------------------------------
##
##
##  ASSUMPTIONS
##
##  Test of Equality of Variances (Levene's)
##
##  ---------------------
##                F       df    p
##  ---------------------
##    PSG_SOL     0.365     1    0.548
##  ---------------------
##    Note. A low p-value suggests a
##    violation of the assumption of
##    equal variances
##
##
##  Group Descriptives
##
##  ---------------------------------------------------------------------
##                Group    N     Mean    Median    SD      SE
##  ---------------------------------------------------------------------
##    PSG_SOL     0        29    25.1      21.0    15.9    2.96
##                1        28    15.8      10.2    14.1    2.66
##  ---------------------------------------------------------------------
```

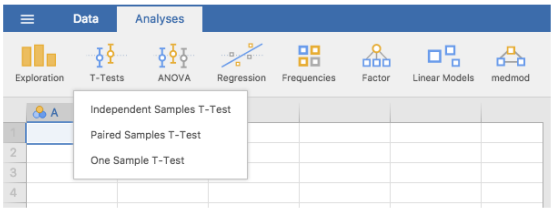
Test de Welch sur deux groupes indépendants

Saisie des données

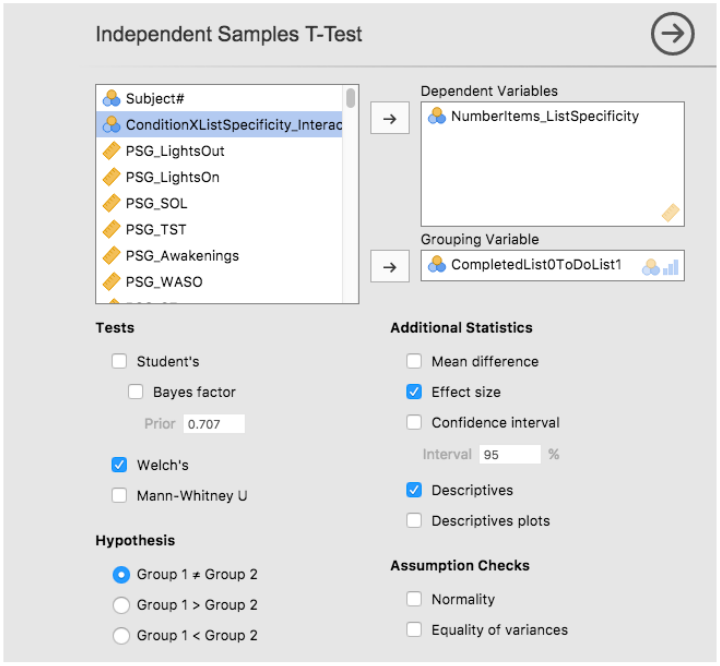
	Subject#	Complet...	NumberItems_ListSpecificity
1	101	Completed	10
2	102	To Do	10
3	103	To Do	33
4	105	Completed	14
5	106	Completed	13
6	107	To Do	9
7	108	Completed	14
8	109	Completed	6
9	110	To Do	5
10	111	To Do	11
11	112	Completed	18
12	114	Completed	22
13	115	To Do	25
14	116	Completed	7
15	117	To Do	30
16	118	Completed	7
17	119	To Do	11
18	120	Completed	9
19	121	Completed	4
20	122	To Do	6

Choix du test

Analyses ⟶ T-Tests ⟶ Independent Samples T-Test



Choix des options



Résultat

```
##
##  INDEPENDENT SAMPLES T-TEST
##
##  Independent Samples T-Test
##
##                                          statistic    df      p        Cohen's d
##  ------------------------------------------------------------------------------
##    NumberItems_ListSpecificity    Welch's t          -0.917    45.2    0.364       -0.245
##  ------------------------------------------------------------------------------
##
##
##  Group Descriptives
##
##  ---------------------------------------------------------------------
##                                  Group    N     Mean    Median    SD      SE
##  ---------------------------------------------------------------------
##    NumberItems_ListSpecificity   0        29    14.1      13.0    5.74    1.07
##                                  1        28    16.0      11.0    9.14    1.73
##  ---------------------------------------------------------------------
```

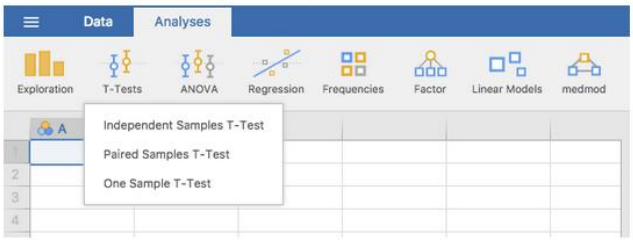
Test de Mann-Whitney

Saisie des données

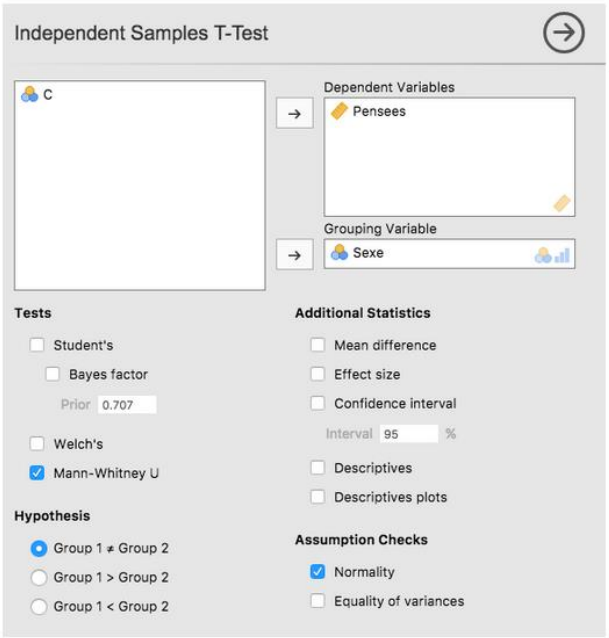
	Sexe	Pensees
1	Homme	25
2	Homme	23
3	Homme	15
4	Homme	26
5	Homme	29
6	Homme	7
7	Homme	25
8	Homme	21
9	Homme	50
10	Homme	11
11	Homme	18
12	Homme	18
13	Homme	18
14	Homme	17
15	Homme	16
16	Femme	4
17	Femme	8
18	Femme	11
19	Femme	9
20	Femme	7
21	Femme	12
22	Femme	6
23	Femme	13
24	Femme	12
25	Femme	12

Choix du test

Analyses ⟶ T-Tests ⟶ Independent Samples T-Test



Choix des options



Résultat

```
##
##  INDEPENDENT SAMPLES T-TEST
##
##  Independent Samples T-Test
##  ──────────────────────────────────────────────────
##                                  statistic    p
##  ──────────────────────────────────────────────────
##    Pensees    Mann-Whitney U          138    < .001
##  ──────────────────────────────────────────────────
##
##
##  ASSUMPTIONS
##
##  Test of Normality (Shapiro-Wilk)
##  ──────────────────────────────
##              W        p
##  ──────────────────────────────
##    Pensees   0.866    0.004
##  ──────────────────────────────
##    Note. A low p-value
##    suggests a violation of
##    the assumption of
##    normality
```

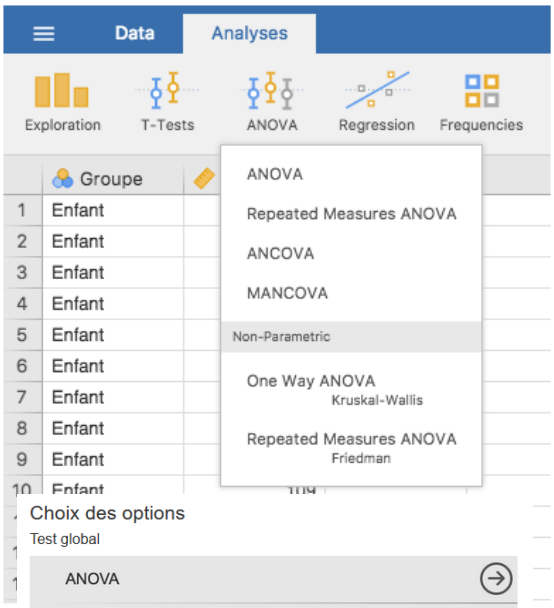
Analyse de variance à un facteur de classification

Saisie des données

	Groupe	Rappels
1	Enfant	107
2	Enfant	133
3	Enfant	129
4	Enfant	63
5	Enfant	145
6	Enfant	113
7	Enfant	159
8	Enfant	119
9	Enfant	136
10	Enfant	109
11	Enfant	97
12	Enfant	87
13	Enfant	91
14	Enfant	97
15	Parent	84
16	Parent	97
17	Parent	57
18	Parent	31
19	Parent	107
20	Parent	114
21	Parent	105
22	Parent	42
23	Parent	136
24	Parent	46
25	Parent	89
26	Parent	113
27	Parent	84
28	Adulte	64
29	Adulte	120
30	Adulte	63
31	Adulte	60
32	Adulte	79

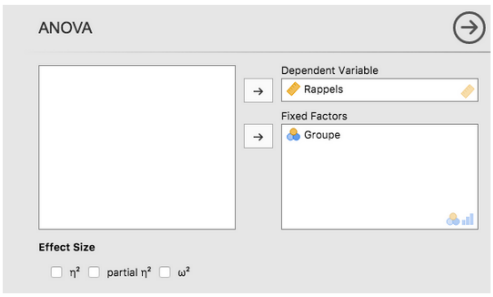
Choix du test

Analyses ⟶ ANOVA ⟶ ANOVA



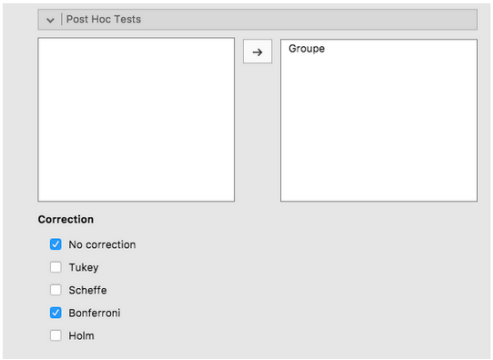
Choix des options

Test global



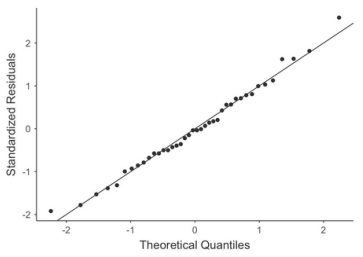
Vérification des conditions d'application

Comparaisons multiples



Résultats

```
##
##  ANOVA
##
##  ANOVA
##  ──────────────────────────────────────────────────────────────────
##                Sum of Squares    df    Mean Square    F        p
##  ──────────────────────────────────────────────────────────────────
##    Groupe              11095     2           5548    6.47    0.004
##    Residuals           81719    97            857
##  ──────────────────────────────────────────────────────────────────
##
##
##  ASSUMPTION CHECKS
##
##  Test for Homogeneity of Variances (Levene's)
##  ──────────────────────────────────
##    F       df1    df2    p
##  ──────────────────────────────────
##    0.323     2     97    0.724
##  ──────────────────────────────────
##
##
##  POST HOC TESTS
##
##  Post Hoc Comparisons - Groupe
##
##  ──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
##    Groupe        Groupe    Mean Difference    SE      df    t       p       p-bonferroni
##  ──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
##    1         -   2                   28.2    11.3    97.0    2.502   0.017          0.051
##    1         -   3                   39.1    11.3    97.0    3.470   0.001          0.004
##    2         -   3                   10.9    11.5    97.0    0.951   0.345          1.000
##  ──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
```



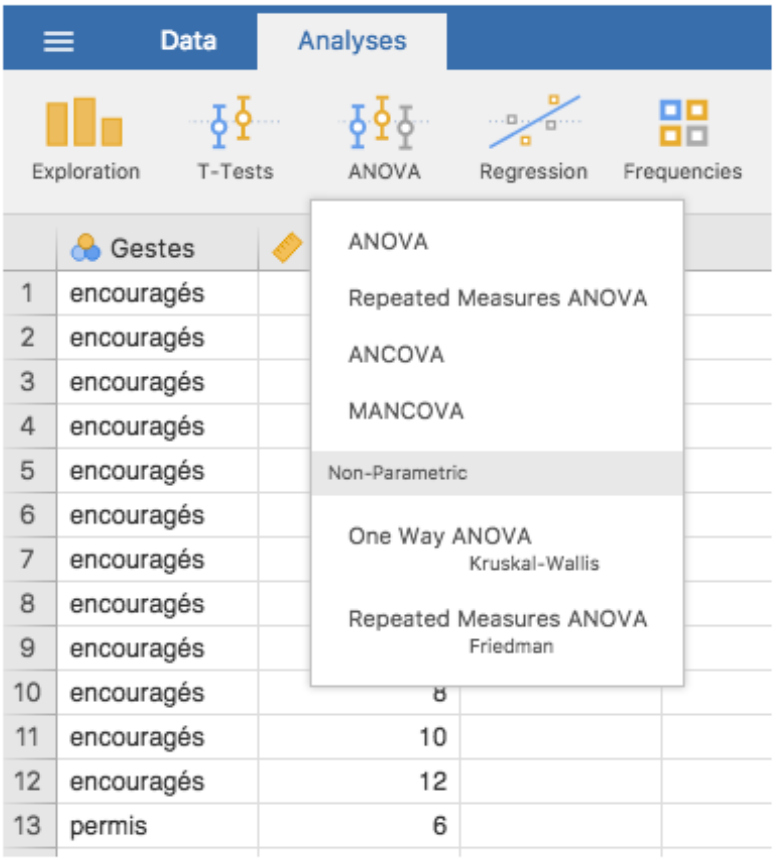
Test de Kruskal-Wallis

Saisie des données

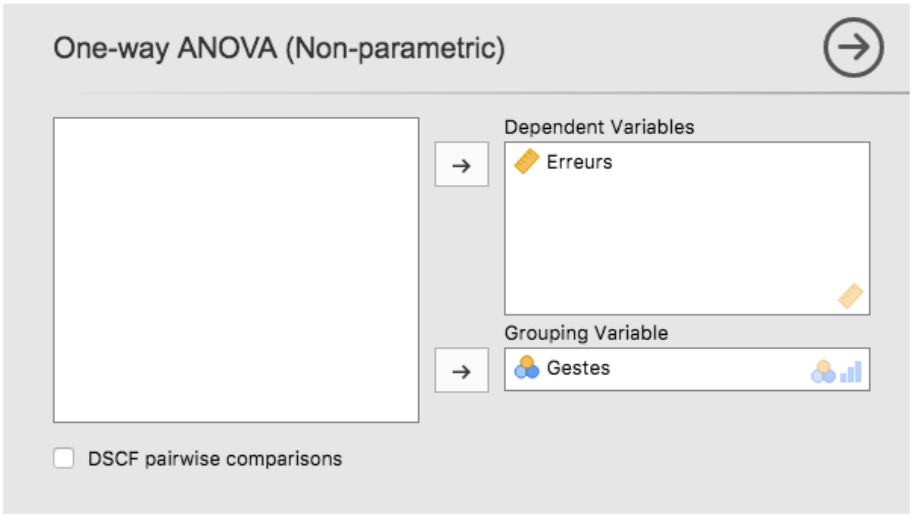
	Gestes	Erreurs
1	encouragés	2
2	encouragés	3
3	encouragés	3
4	encouragés	5
5	encouragés	6
6	encouragés	6
7	encouragés	6
8	encouragés	6
9	encouragés	8
10	encouragés	8
11	encouragés	10
12	encouragés	12
13	permis	6
14	permis	8
15	permis	8
16	permis	9
17	permis	9
18	permis	9
19	permis	9
20	permis	11
21	permis	13
22	permis	13
23	permis	14
24	permis	14
25	interdits	10
26	interdits	12
27	interdits	14
28	interdits	14
29	interdits	14
30	interdits	14
31	interdits	14
32	interdits	15
33	interdits	16
34	interdits	20
35	interdits	21
36	interdits	26

Choix du test

Analyses ⟶ ANOVA ⟶ One Way ANOVA (Kruskal-Wallis)



Choix des options



Résultats

```
##
##  ONE-WAY ANOVA (NON-PARAMETRIC)
##
##  Kruskal-Wallis
##  ──────────────────────────────────
##                 χ²      df    p
##  ──────────────────────────────────
##    Erreurs     23.6      2    < .001
##  ──────────────────────────────────
```

b) *Comparaisons multiples selon la méthode de Bonferroni*

1) **Hypothèses**

$$H_0[jk]: \ \mu_j = \mu_k$$
$$H_1[jk]: \ \mu_j \neq \mu_k$$

2) **Seuil**

$$\alpha = 0.05$$

3) **Valeurs empiriques**

$$t_{jk} = \frac{|\bar{x}_j - \bar{x}_k|}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_k}\right)\hat{\sigma}^2}}$$

Avec $\hat{\sigma}^2 = CM_R = \dfrac{\sum (n_j - 1)s_j^2}{n - m}$

Dans la situation que nous analysons :

$$n = 103 \qquad m = 4 \qquad CM_R = \frac{292.163}{103 - 4} = 2.951$$

Pour faciliter l'écriture des résultats, ordonnons les groupes selon leur moyenne et numérotons-les :

$$\text{Allemagne} = 1, \ \text{Angleterre} = 2, \ \text{France} = 3, \ \text{USA} = 4.$$

i. *Allemagne - Angleterre*

$$t_{12} = \frac{|1.79 - 2.61|}{\sqrt{(\frac{1}{24} + \frac{1}{28}) \times 2.951}} \approx 1.716$$

ii. *Allemagne - France*

$$t_{13} = \frac{|1.79 - 2.73|}{\sqrt{(\frac{1}{24} + \frac{1}{26}) \times 2.951}} \approx 1.933$$

iii. *Allemagne - USA*

$$t_{14} = \frac{|1.79 - 3.76|}{\sqrt{(\frac{1}{24} + \frac{1}{25}) \times 2.951}} \approx 4.013$$

iv. *Angleterre - France*

$$t_{23} = \frac{|2.61 - 2.73|}{\sqrt{(\frac{1}{28} + \frac{1}{26}) \times 2.951}} \approx 0.256$$

v. *Angleterre - USA*

$$t_{24} = \frac{|2.61 - 3.76|}{\sqrt{(\frac{1}{28} + \frac{1}{25}) \times 2.951}} \approx 2.433$$

vi. *France - USA*

$$t_{34} = \frac{|2.73 - 3.76|}{\sqrt{(\frac{1}{26} + \frac{1}{25}) \times 2.951}} \approx 2.140$$

	n_i	$\bar{x}_i$	s_i
France	26	2.73	1.89
Allemagne	24	1.79	1.58
Angleterre	28	2.61	1.34
Etats-Unis	25	3.76	2.01

$$p = \min\left[1, \ m(m-1) \times Prob(t(n-m) > |t_{emp}|)\right]$$

i. *Allemagne - Angleterre*
$p_{12} = .534$

ii. *Allemagne - France*
$p_{13} = .334$

iii. *Allemagne - USA*
$p_{14} < .001$

iv. *Angleterre - France*
$p_{23} = 1.000$

v. *Angleterre - USA*
$p_{24} = .100$

vi. *France - USA*
$p_{34} = .207$

Degré	Effectif	Moyenne	Écart-type
Maternelle	19	6.1	1.5
1ere	20	6.6	1.8
2e	15	7.7	2.0
3e	17	8.7	1.5

1) **Hypothèses**

$$H_0 : \quad \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$
$$H_1 : \quad (\exists k)(\exists l)\ \mu_k \neq \mu_l$$

2) **Seuil**

$$\alpha = 0.05$$

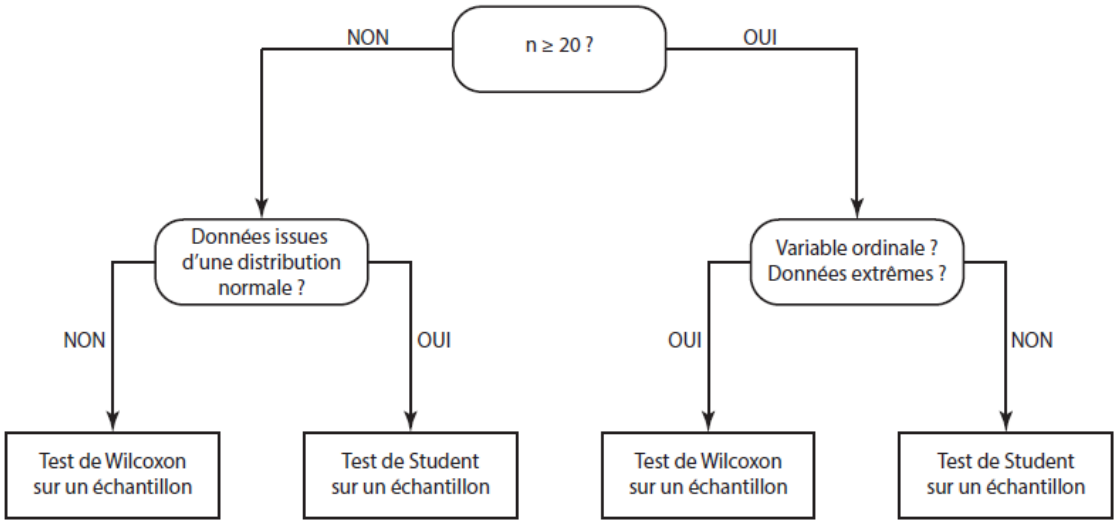
3) **Valeur empirique de la variable de décision**

$m = 4$, $n = 71$, $\bar{x} = 7.2014$.

$$SC_A = \sum_{j=1}^{4} n_j\ (\bar{x}_j - \bar{x})^2 = 72.19$$
$$SC_R = \sum_{j=1}^{4} (n_j - 1)\ s_j^2 = 194.06$$

Table de l'ANOVA				
Source de variation	SC	dl	CM	F_{emp}
expliquée	72.19	3	24.063	8.308
résiduelle	194.06	67	2.896	
totale	266.25	70		

Arbre de décision



Approche paramétrique de deux groupes indépendants

Oui

$\sigma^2_1 = \sigma^2_2$

(Variance)

Non

Test de Student sur deux groupes indépendants

Test de Welch sur deux groupes indépendants