

Université Abderrahmane Mira de Bejaia  
Faculté des Sciences Humaines et Sociales  
Département Des Sciences et Techniques des Activités Physiques  
Et Sportives

**Niveau :** Master 01 entrainement

**Module :** Statistique

**Cours N° :** 01

Test d'hypothèses

## **Tests Paramétriques**

Responsable du module : Hadji Abderrahmen

[Abderrahmenehad@gmail.com](mailto:Abderrahmenehad@gmail.com)

Année universitaire 2019/2020

## 1. Les comparaisons

Dans les mémoires de fin d'études en STAPS, plusieurs études tentent de vérifier la présence d'une différence significative entre des échantillons ou entre sessions.

Pour vérifier ce genre d'hypothèse, nous devons appliquer ce qu'on appelle « les tests d'hypothèse » dans le but de prendre une décision. On entend par décision l'existence ou non d'une différence significative.

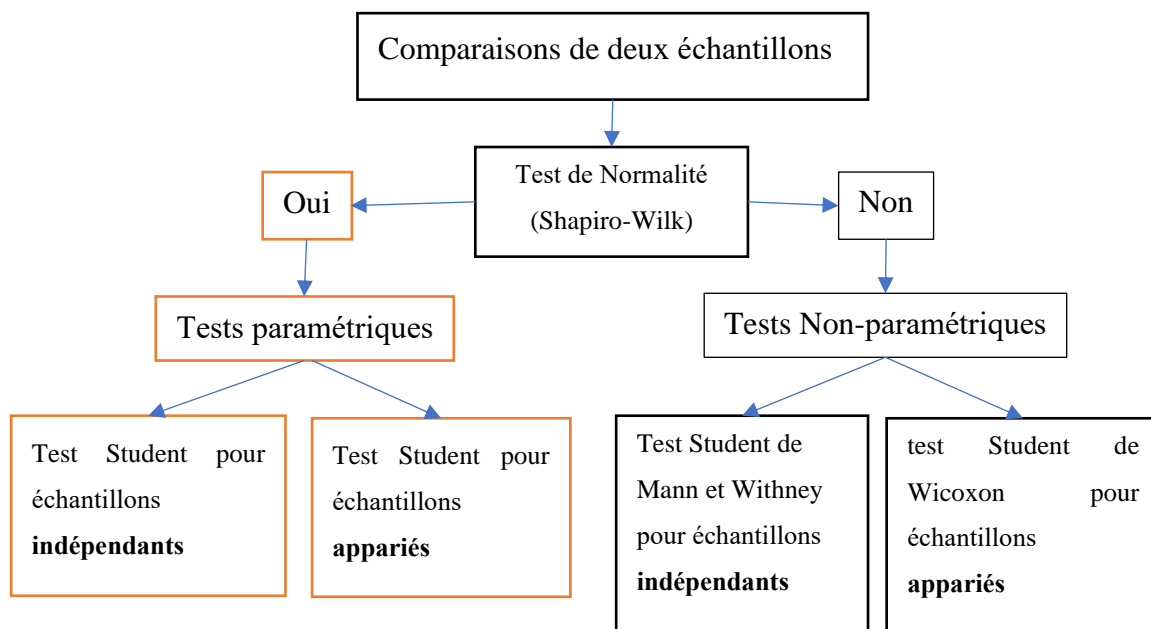
### Exemple 01 :

Dans notre hypothèse de recherche, nous supposant l'existence d'une différence dans la variable « Endurance (VMA) » entre les milieux de terrain et les attaquants en football.

En calculant la moyenne et l'écart-type des deux groupes, nous trouvons ce qui suit :

	Milieux de terrain	Attaquants
VMA (km/h)	18±2.5	16.5±3.8

Selon ces résultats, nous pouvons observer que les milieux de terrain sont plus endurants que les attaquants, mais dans la recherche scientifique nous sommes dans l'obligation de prouver et d'argumenter nos résultats. C'est ici qu'entre les tests d'hypothèse pour nous aider à avancer l'existence ou l'absence d'une différence dite : statistiquement significative.



**Figure 1.** Comparaisons de deux échantillons

## 1.1. Tests paramétriques

### 1.1.1. Test Student pour échantillons indépendants

Échantillons indépendants : dans les études en STAPS, cela signifie deux groupes différents (voir exemple 01).

Pour vérifier l'existence de différence entre les deux groupes, il faut tout d'abord calculer la valeur de  $t_{cal}$ , pour la comparer avec celle de  $t_{tab}$ .

$$t_{cal} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s^2}{n_1} + \frac{s^2}{n_2}}}$$

Où :

$t_{cal}$  : valeur de t calculé

$\bar{x}_1$  : moyenne du groupe 01

$\bar{x}_2$  : moyenne du groupe 02

$s^2$  : variance commune

$n_1$  : nombre d'individus dans le groupe 01

$n_2$  : nombre d'individus dans le groupe 02

$$s^2 = \frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}$$

Où :

$s_1^2$  : variance du groupe 01

$s_2^2$  : variance du groupe 02

$n_1$  : nombre d'individus dans le groupe 01

$n_2$  : nombre d'individus dans le groupe 02

### Décision (interprétation) :

Si  $t_{cal} > t_{tab}$  : il existe une différence statistiquement significative au seuil  $\alpha < 0.05$ .

Où :  $t_{tab}$  est la valeur de T Student dans la table, qui correspond à :

**DDL :  $n_1 + n_2 - 2$  et  $\alpha : 0.05$**

**Exemple 02 :**

Les résultats d'un test de vitesse sur 100 m pour deux groupes (élèves au CEM) sont présentés dans ce tableau. Le groupe 01 est constitué d'élèves pratiquant une activité sportive extrascolaire, alors que le groupe 02 est constitué d'élèves sédentaires.

groupe 01	groupe 02
12	15
14	16
13	17
12	15
15	16
13	17
13	16
14	15
12	16
10	14
13	12
12	12
14	15
18	13
	14
	13

**Problématique de la recherche :** l'activité physique extrascolaire peut-elle améliorer la vitesse des élèves ?

Pour répondre à cette problématique, nous supposant l'existence d'une différence significative entre les deux groupes.

**Solution :**

Pour calculer le  $t_{cal}$ , il faut tout d'abord calculer :

1. la moyenne et la variance des deux groupes,
2. la variance commune

**Rappel :**

La moyenne :  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i x_i$  la variance :

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

groupe 01	variance 01	groupe 02	variance 02
12	$(12-13.21)^2=1.47$	15	$(15-14.75)^2=0.06$
14	0.62	16	1.56
13	0.05	17	5.06
12	1.47	15	0.06
15	3.19	16	1.56
13	0.05	17	5.06
13	0.05	16	1.56
14	0.62	15	0.06
12	1.47	16	1.56
10	10.33	14	0.56
13	0.05	12	7.56
12	1.47	12	7.56
14	0.62	15	0.06
18	22.90	13	3.06
		14	0.56
		13	3.06
moyenne01= 13.21	$\Sigma=44.36$ $s_1^2=44.36/(14-1)=3.41$	moyenne02 = 14.75	$\Sigma=39.00$ $s_2^2=39/(16-1)=2.6$
$n_1=14$		$n_2=16$	

La variance commune :

$$s^2 = \frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$s^2 = \frac{3.41(14-1)+2.6(16-1)}{14+16-2} = 2.98$$

La valeur de t calculé :

$$t_{cal} = \frac{13.21 - 14.75}{\sqrt{\frac{2.98}{14} + \frac{2.98}{16}}} = 2.43$$

Lire la valeur de  $T_{tab}$  dans la table (voir table Student)

$$DDL = 14+16-2=28$$

DDL (v)	0.05	0.01
1	12.7062	63.6567
⋮	⋮	⋮
28	<b>2,0484</b>	2.7633

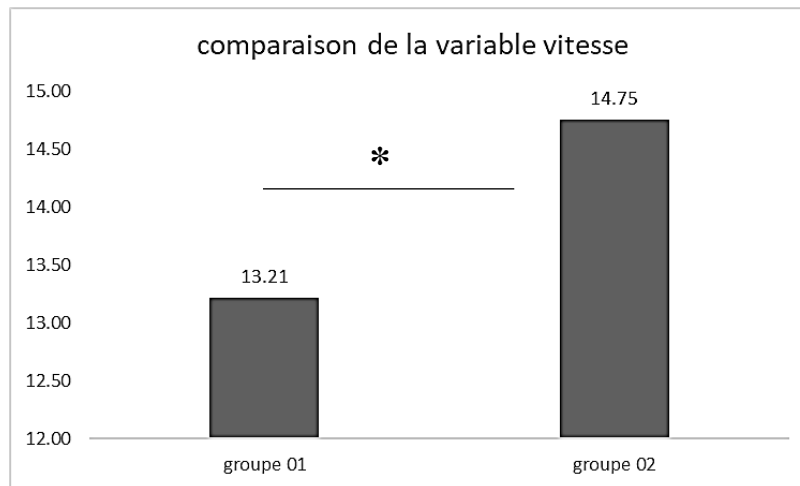
$$T_{tab} = 2.0484$$

$T_{cal} (2.43) > T_{tab} (2.0484)$  : il existe une différence significative entre les deux groupes.

**Interprétation :**

Puisque la performance en vitesse est inversement liée au temps réalisé, nous pouvons conclure que :

Les élèves qui pratiquent une activité physique extrascolaire (groupe 01 : 13.21) sont plus rapides que les élevés sédentaires (groupe 02 : 14.75) au seuil  $\alpha < 0.05$ .



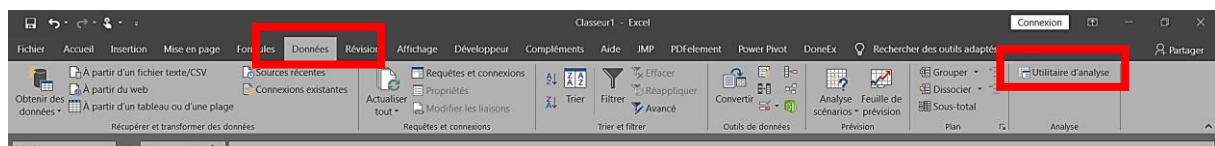
\* : différence significative au seuil  $\alpha < 0.05$

Figure 2. Comparaison du test de vitesse sur 100 m entre le groupe 01 et le groupe 02

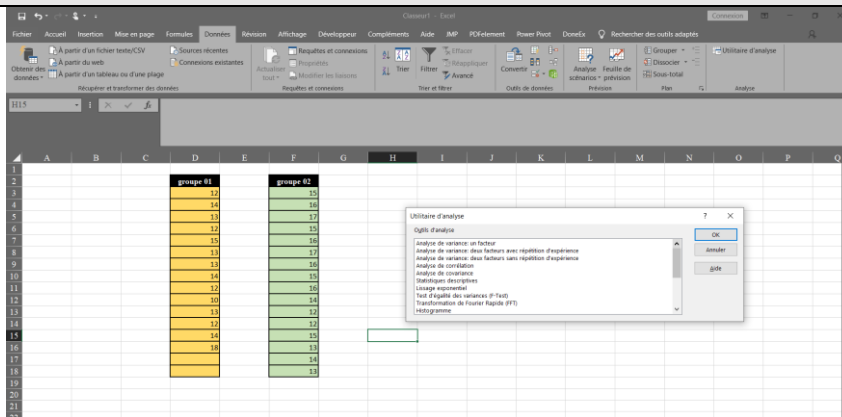
**1.1.1.1. Test de Student pour échantillons indépendants sous Microsoft Excel**

Il faut tout d'abord activer l' **Utilitaire d'analyse** . Selon la version de Microsoft Office que vous disposez, cherchez sur Google comment l'activer (un lien sur YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=hy-lTUZ4whk>).

1. Après l'activation, allez dans l'onglet « **Données** » pour trouver l' **Utilitaire d'analyse**.

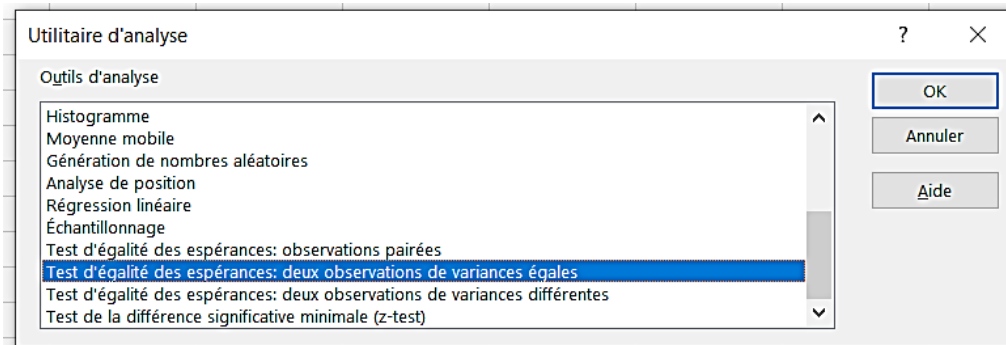


2. Lorsque vous cliquez sur **Utilitaire d'analyse**, une boîte de dialogue s'ouvre

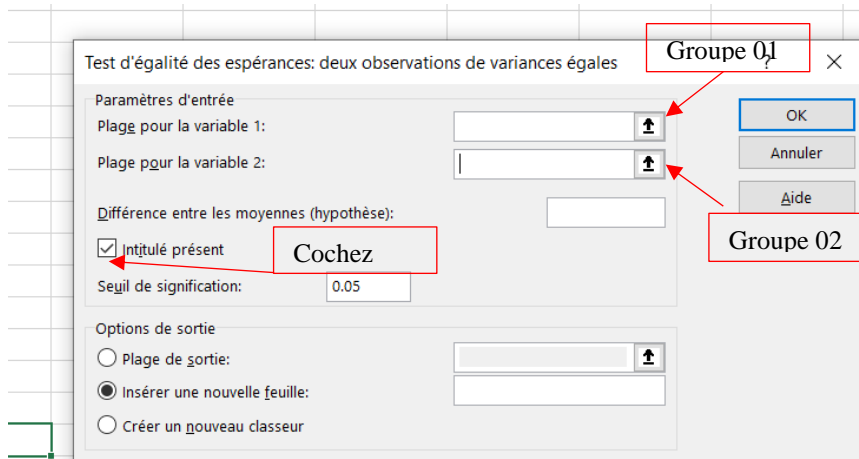


3. Dans cette boîte de dialogue, allez tout en bas et choisissez :

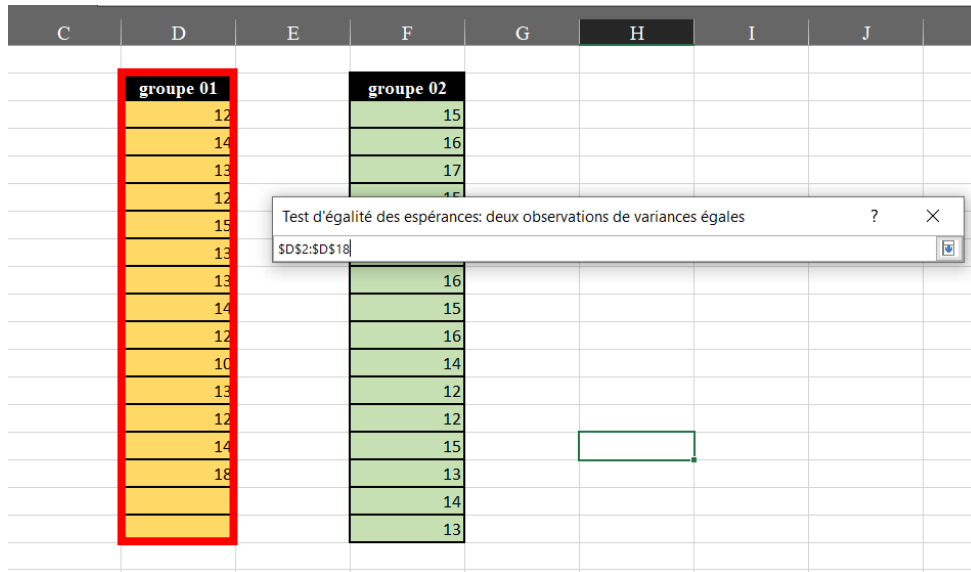
**Test d'égalité des espérances : deux observations de variance égale**



4. En cliquant sur « OK », une autre boîte de dialogue s'ouvre

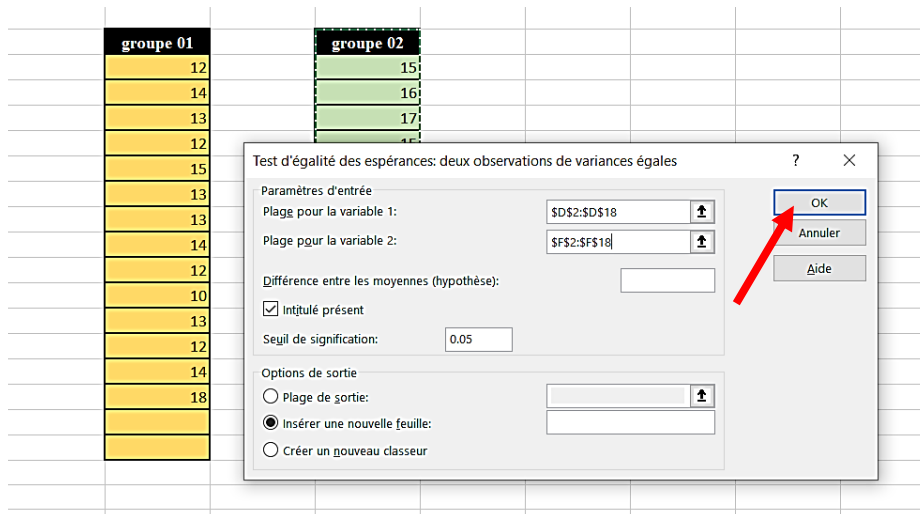


5. En cliquant sur la petite flèche du groupe 01, choisissez la plage du premier groupe, ensuite cliquez sur le clavier « Entrée »

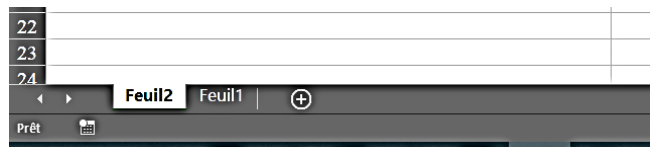


Remarque : l'entête (groupe 01) doit être choisi avec les valeurs

6. Faire la même chose pour le groupe 02 et cliquez « OK »



7. Une nouvelle « Feuil » est ajoutée





**8. Lecture des résultats :**

	A	B	C	D
1	Test d'égalité des espérances: deux observations de variances égales			
2				
3		groupe 01	groupe 02	
4	Moyenne	13.2142857	14.75	
5	Variance	3.41208791	2.6	
6	Observations	14	16	
7	Variance pondérée	2.97704082		
8	Différence hypothétique des moyennes	0		
9	Degré de liberté	28		
10	Statistique t	-2.4320999		
11	P(T<=t) unilatéral	0.01082969		
12	Valeur critique de t (unilatéral)	1.70113093		
13	P(T<=t) bilatéral	0.02165937		
14	Valeur critique de t (bilatéral)	2.04840714		
15				

Comme vous pouvez le remarquer, les résultats sont identiques à ceux trouvés avec le calcul manuel.

La valeur P-value = 0.021 : cet indice ne peut être calculé manuellement. Il donne la valeur exacte du type d'erreur 01. En termes plus simples, cette valeur nous permet simplement de dire que la différence est significative à P= 0.021 qui se trouve <0.05.

**1.1.2. Test Student pour échantillons appariés**

Echantillons appariés : le même groupe avec un pré-test et post-test

En STAPS, plusieurs études proposent des programmes et des contenus pour impacter une variable donnée. Pour cela, l'étude suit les étapes suivantes :

1. le chercheur réalise un test (pré-test)
2. intervention : application du programme (contenu, exercice, méthodes etc.)
3. le chercheur refait le même test (post-test)

En comparant le pré-test avec le post-test, le chercheur étudie l'évolution de la variable en question. Par conséquent, il peut conclure si cette variable a progressé ou régressé.

Pour vérifier cette évolution, il faut tout d'abord calculer la valeur de  $t_{cal}$ , pour la comparer avec celle de  $t_{tab}$ .

$$t_{cal} = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}}$$

Où :

D= la différence entre la valeur du pré-test et du post-test (**post-test – pré-test**)

$T_{tab}$  : la valeur qui correspond au DDL : n-1 et  $\alpha=0.05$  dans la table de Student (voir la table)

Si valeur absolue de  $t_{cal}$  est supérieure à la valeur  $T_{tab}$  → il existe une évolution dans le sens de la différence ( $T_{cal} > 0$  = progression ;  $T_{cal} < 0$  = régression)

**Exemple01**

Dans l'objectif d'évaluer l'efficacité de la méthode d'entraînement en « Intermittent » pour le développement de puissance aérobie, le chercheur à suivi les étapes suivantes :

1. Réalisé un premier test de VMA au début de la saison (pré-test);
2. Appliquer un programme d'entraînement basé sur la méthode d'entraînement en « intermittent » pendant 2 mois ;
3. Refaire le même test (post-test)

Problématique de la recherche : est-ce que la méthode d'entraînement en « intermittent » améliore la qualité d'endurance chez les footballeurs.

Hypothèse : nous supposons que l'application de la méthode d'entraînement en intermittent améliore la qualité d'endurance .

Les résultat de l'expérimentation sont présentés dans le tableau suivant.

individus	pré-test	post-test
1	11	14
2	13	14
3	11	12
4	14	13
5	15	11
6	13	14
7	15	15
8	12	17
9	13	13
10	12	14
11	11	14
12	13	13
13	11	15
14	12	15
15	10	14
16	15	16

**Solution :**

individus	pré-test	post-test	D	D <sup>2</sup>
1	11	14	14-11=3	3 <sup>2</sup> =9
2	13	14	1	1
3	11	12	1	1
4	14	13	-1	1
5	15	11	-4	16
6	13	14	1	1
7	15	15	0	0
8	12	17	5	25
9	13	13	0	0

10	12	14	2	4
11	11	14	3	9
12	13	13	0	0
13	11	15	4	16
14	12	15	3	9
15	10	14	4	16
16	15	16	1	1
N=16			ΣD=23 (ΣD) <sup>2</sup> =529	ΣD <sup>2</sup> =109

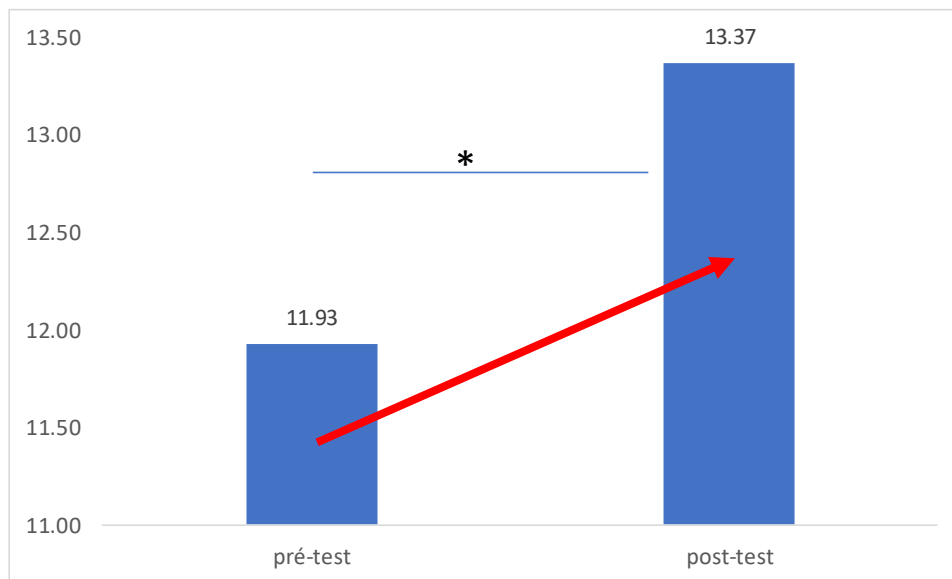
$$t_{cal} = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad t_{cal} = \frac{23}{\sqrt{\frac{16 \cdot 190 - 229}{16-1}}} = +2.56$$

DDL = 16-1=15; α= 0.05 → **T<sub>tab</sub> = 2.13**

T<sub>cal</sub> (2.56) > T<sub>tab</sub> (2.13) → il existe une évolution significative au seuil α<0.05.

Puisque la valeur de T<sub>cal</sub> >0, nous concluons qu'il a eu une progression

**Conclusion :**

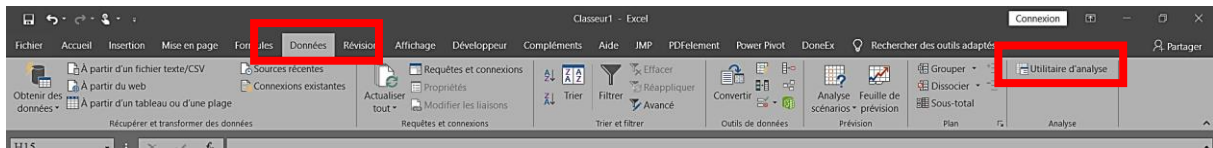


L'application de la méthode d'entrainement en intermittent pendant 2 mois améliore la qualité d'endurance chez les footballeurs.

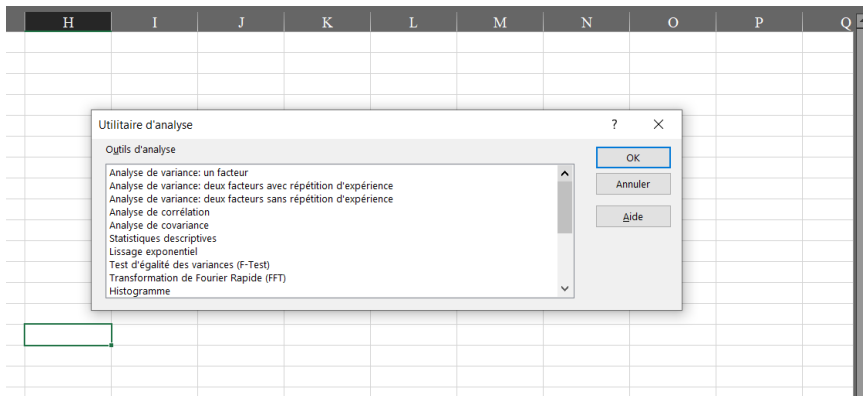
**1.1.2.1. Test de Student pour échantillons appariés sous Microsoft Excel**

Il faut tout d'abord activer l' **Utilitaire d'analyse** . Selon la version de Microsoft Office que vous disposez, cherchez sur Google comment l'activer (un lien sur YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=hy-lTUZ4whk>).

1. Après l'activation, allez dans l'onglet « **Données** » pour trouver l' **Utilitaire d'analyse**.

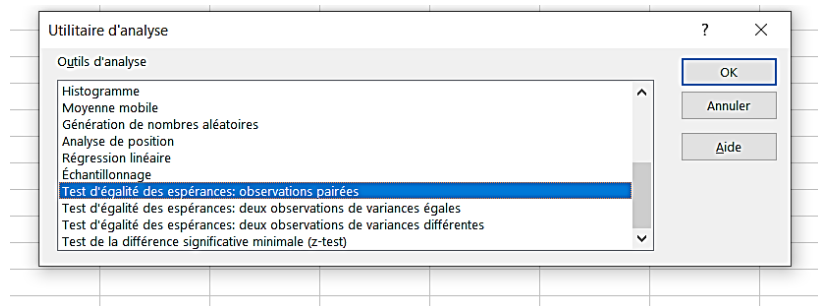


2. Lorsque vous cliquez sur **Utilitaire d'analyse**, une boîte de dialogue s'ouvre

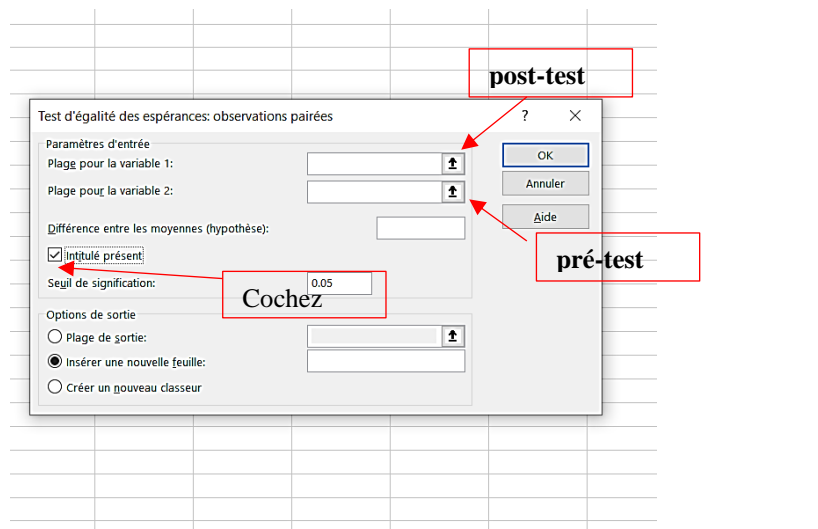


3. Dans cette boîte de dialogue, défilez vers le bas et choisissez :

**Test d'égalité des espérances : observations paires**



4. En cliquant sur « **OK** », une autre boîte de dialogue s'ouvre



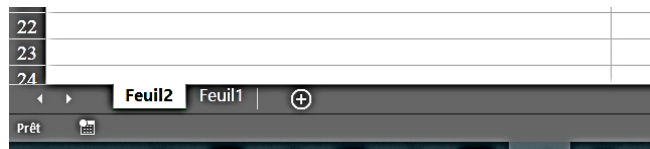
5. En cliquant sur la petite flèche du post-test, choisissez la plage du deuxième test, ensuite cliquez sur le clavier « Entrée »

individus	pré-test	post-test
1	11	14
2	13	14
3	11	12
4	14	13
5	15	11
6	13	14
7	15	15
8	12	17
9	13	13
10	12	14
11	11	14
12	13	13
13	11	15
14	12	15
15	10	14
16	15	16

Test d'égalité des espérances: observations pairées  
 \$G\$5:\$G\$21

Remarque : l'entête (post-test) doit être introduite avec les valeurs

6. Faire la même chose pour le pré-test et cliquez « OK »  
 7. Une nouvelle « Feuil » est ajoutée



8. Lecture des résultats :

	A	B	C	D
1	Test d'égalité des espérances: observations pairées			
2				
3		<i>post-test</i>	<i>pré-test</i>	
4	Moyenne	14	12.5625	
5	Variance	2.133333333	2.529166667	
6	Observations	16	16	
7	Coefficient de corrélation de Pearson	-0.086101737		
8	Différence hypothétique des moyennes	0		
9	Degré de liberté	15		
10	Statistique t	2.555555556		$T_{cal}=2.56$
11	P(T<=t) unilatéral	0.010977384		$T_{tab}=2.13$
12	Valeur critique de t (unilatéral)	1.753050356		
13	P(T<=t) bilatéral	0.021954768		p-value =0.022
14	Valeur critique de t (bilatéral)	2.131449546		
15				
16				

Comme vous pouvez le remarquer, les résultats sont identiques à ceux trouvez avec le calcul manuel. L'interprétation du P-value est la même que le test de Student indépendant (voir cours 01).