INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Les tests statistiques mis en œuvre dans les EIL de l'IRSN

Type de document : Guide
Macro-processus de rattachement : R1
Institut/Direction/Unité : IRSN/PSE-ENV/SAME-Vésinet

	Rédacteurs	Vérificateur	Approbateur
Nom	E. CALE / G.FINANCE	V. CAMARGO/C.AUGERAY	E.CALE
Date			
Signature			

IRSN/Documentation/FRM-002- Ind. 6

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Indice	Date	Chapitre	Nature des modifications
1	23/12/2020		Création du document
2	*Cf.* date d'application	3	Suite audit COFRAC, correction de la formule de l'interprétation du résultat du test de Fisher

1	E. CALE / G.FINANCE	C.AUGERAY	E.CALE
Indice	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur

SOMMAIRE

1. TESTS UTILISES POUR LA RECHERCHE ET L'ELIMINATION DES VALEURS ABERRANTES 3

TEST DE DIXON 3

TEST DE GRUBBS 3

2. TEST DE NORMALITE 4

TEST DE SHAPIRO-WILK 4

3. TEST DE DE COMPARAISON DES MOYENNES 4

TEST DE FISHER-SNEDECOR 4

TEST DE KRUSKAL-WALLIS 5

1. TESTS UTILISES POUR LA RECHERCHE ET L'ELIMINATION DES VALEURS ABERRANTES

La notion de valeur aberrante est purement théorique : « en l'absence d'anomalie, tous les résultats sont supposés appartenir à la même population statistique. Lorsqu'un résultat ne remplit pas cette condition, on dit que c'est une valeur aberrante.

TEST DE DIXON

Le test de DIXON permet de tester les observations aberrantes dans un ensemble de valeurs en s'intéressant à la valeur haute et la valeur basse de la distribution.

<u>Principe du test :</u>
Soit n valeurs classées par ordre croissant de x1, x2,…,,xn,
On calcule pour n > 10 :

$r_2 = \frac{x_3 - x_1}{x_{n-2} - x_1}$ permet de tester la valeur basse x_1

$r_2 = \frac{x_n - x_{n-2}}{x_n - x_3}$ permet de tester la valeur haute x_n

Les valeurs du test de Dixon (r_2) sont ensuite comparées aux valeurs critiques de la table pour les niveaux de risques de 5% et 1%.

- Si r_2 est supérieur à la valeur critique au risque de 1%, la valeur est alors considérée comme observation aberrante, elle ne rentre pas dans les calculs de l'écart-type d'aptitude σ_{PT} ;

- Si r_2 est inférieur à la valeur critique au risque de 1% et supérieur à la valeur critique au risque de 5% , le résultat est considéré suspect, La décision de l'inclure dans les calculs appartient au coordonnateur de l'essai de comparaison interlaboratoires ;

- Si r_2 est inférieur à la valeur critique au risque de 5%, le résultat est accepté.

TEST DE GRUBBS

Le test de Grubbs à une observation permet de détecter d'éventuelles observations aberrantes aux extrémités de la distribution, pour des populations supérieures ou égales à 3.
Le test consiste à calculer, pour n valeurs classées par ordre croissant de $x_1, x_2, \dots, x_n$,, la statistique de test G_p:

$G_p = \frac{\overline{x} - x_1}{\sigma_{PT}}$ pour tester x_1,

$G_p = \frac{x_n - \overline{x}}{\sigma_{PT}}$ pour tester x_n,

$$\sigma_{PT} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$$

Avec σ_{PT} l'écart type interlaboratoires

Les valeurs de G_p sont ensuite comparées aux valeurs critiques de la table de Grubbs pour les niveaux de risques α de 5% et 1%.

- Si G_p est supérieur à la valeur critique au risque de 1%, la valeur est alors considérée comme observation aberrante.
- Si G_p est inférieur à la valeur critique au risque de 1% et supérieur à la valeur critique au risque de 5%, la valeur est alors considérée comme suspecte.
- Si G_p est inférieur à la valeur critique au risque de 5%, le résultat est accepté.

2. TEST DE NORMALITE

TEST DE SHAPIRO-WILK

Le test de SHAPIRO-WILK, mis en œuvre dans le cadre des essais d'aptitude, permet d'évaluer la normalité de la distribution des résultats des participants pour un nombre d'observations compris entre 2 et 2 000.
Le test consiste à calculer la statistique de test W:

$$W = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n/2} a_i \,(x_{n-i+1} - x_i)\right]^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}$$

Avec :

- x_i valeur de la donnée i de la population
- $\overline{x}$ Moyenne des n valeurs de la population
- n Taille de la population
- a_i Constante de la table de SHAPIRO-WILK

La comparaison de W avec les valeurs de $W_{crit(\alpha,n)}$ conduit à accepter l'hypothèse de normalité $W > W_{crit(\alpha,n)}$ ou à rejeter l'hypothèse de normalité $W < W_{crit(\alpha,n)}$ au risque α de 1% ou de 5%.

3. TEST DE DE COMPARAISON DES MOYENNES

TEST DE FISHER-SNEDECOR

Le test de Fisher-Snédécor consiste à tester l'hypothèse d'égalité des moyennes en comparant la variance inter-échantillon S_d^2 à la variance intra-échantillon S_r^2. Il est utilisé pour vérifier l'homogénéité des entités d'essai fournies dans le cadre d'un EIL.
La statistique de ce test est la suivante :

$$F = \frac{S_d^2}{S_r^2}$$

Où

$$S_d^2 = \frac{\sum_{J=1}^{P} n_j \left(x_j - \overline{x}\right)^2}{p-1}$$

$$S_r^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{J=1}^{P} \left(x_{ij} - \overline{x_j}\right)^2}{n-p}$$

Avec :

- p nombre d'entités d'essai,
- n nombre total de mesures,
- x_{ij} résultats de la mesure i pour l'entité d'essai j,
- $\overline{x_j}$ moyenne de tous les résultats de mesure pour l'entité d'essai j,
- $\overline{x}$ moyenne de tous les résultats de mesure.

Les valeurs critiques sont issues d'une table de Fisher pour le niveau de confiance 1-α avec n-1 degrés de liberté pour le numérateur et $n-p$ degrés de liberté pour le dénominateur.

Généralement, α est pris comme égal à 1% et 5%.

- Si $F \leq f_{1-\alpha}(n-1; p-n)$, l'hypothèse H_0 ne peut être rejetée. On peut conclure à l'égalité des moyennes. Le plan expérimental ne met pas en évidence d'effets significatifs du facteur « échantillon ou entité ». L'homogénéité des entités d'essai est assurée.

- Si $F > f_{1-\alpha}(n-1; p-n)$, l'hypothèse H_0 est rejetée avec risque $\leq \alpha$. Au moins une des moyennes est significativement différente des autres. Le plan expérimental met en évidence un effet significatif du facteur « échantillon ou entité ». Le risque d'inhomogénéité est pris en compte dans l'incertitude associée à la valeur assignée.

TEST DE KRUSKAL-WALLIS

Le test de Kruskal-Wallis est une alternative non-paramétrique au test ANOVA, souvent utilisée lorsque la normalité de la distribution de l'ensemble de données n'est pas démontrée. Le test vérifie l'hypothèse nulle selon laquelle les valeurs médianes pour les 5 groupes de données sont égales. Pour cela l'ensemble des valeurs regroupées est trié de la plus petite à la plus grande et le rang moyen est calculé pour les données relatives à chacun des échantillons. Sur cette base, l'indice de Kruskal-Wallis est calculé et comparé aux valeurs critiques, tabulées pour le nombre de groupes étudiés et le nombre de points par groupe.