

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertain de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Régression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

Exploitation des résultats expérimentaux : incertitude-type

F. Merlin

Lycée La Pérouse-Kerichen, Brest même

10 septembre 2025

Le paradigme de l'incertitude-type

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertitude de type A

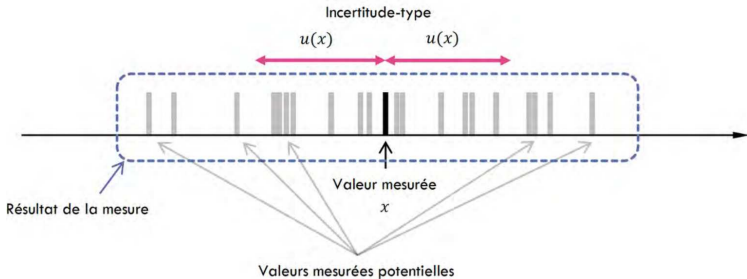
Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

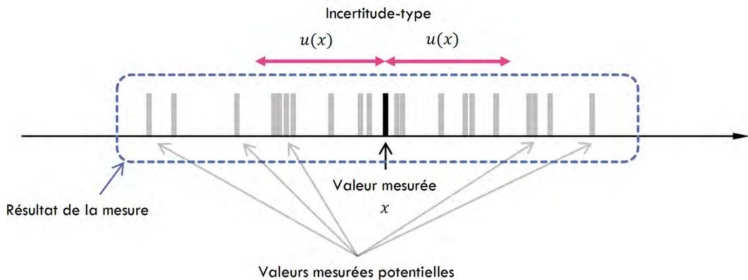
Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode



- Résultat d'une mesure = un ensemble de valeurs numériques

Le paradigme de l'incertitude-type



- Résultat d'une mesure = un ensemble de valeurs numériques
- Incertitude : indication de la dispersion de cet ensemble,

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Le paradigme de l'incertitude-type

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

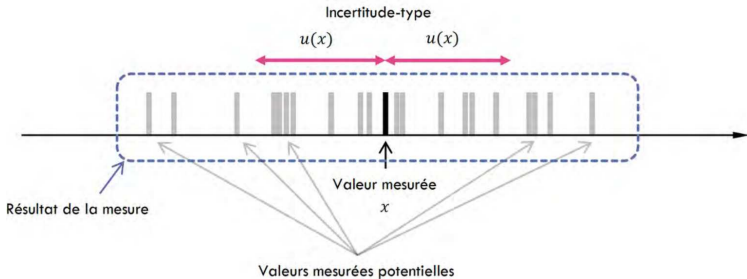
Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode



- Résultat d'une mesure = un ensemble de valeurs numériques
- Incrtitude : indication de la dispersion de cet ensemble,
- **Incrtitude-type=écart-type** sur cet ensemble.

Type d'incertitudes et présentation

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Type A : évaluée par une méthode statistique

Type d'incertitudes et présentation

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Type A : évaluée par une méthode statistique
- Type B : évaluée par une autre méthode

Type d'incertitudes et présentation

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Type A : évaluée par une méthode statistique
- Type B : évaluée par une autre méthode

- Mesure des valeurs expérimentales,

Type d'incertitudes et présentation

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Type A : évaluée par une méthode statistique
- Type B : évaluée par une autre méthode

- Mesure des valeurs expérimentales,
- Incertitude données à 2 CS

Type d'incertitudes et présentation

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Type A : évaluée par une méthode statistique
- Type B : évaluée par une autre méthode

- Mesure des valeurs expérimentales,
- Incertitude données à 2 CS
- Les 2 CS fixent le nombre de CS du résultat.

Type d'incertitudes et présentation

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Type A : évaluée par une méthode statistique
- Type B : évaluée par une autre méthode

- Mesure des valeurs expérimentales,
- Incertitude données à 2 CS
- Les 2 CS fixent le nombre de CS du résultat.

Exemple

$$R = 99,93 \, \Omega ; u(R) = 0,29 \, \Omega$$

Incertitude de type A

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

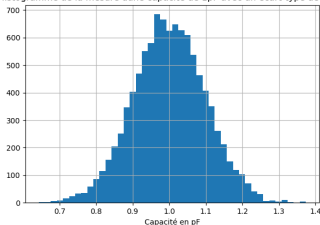
Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

On répète N fois la mesure et on obtient N valeurs différentes avec un écart-type σ

Histogramme de la mesure d'une capacité de 1pF avec un écart-type de 0,1pF



- La moyenne = bon estimateur de la valeur de la grandeur mesurée

Incertitude de type A

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

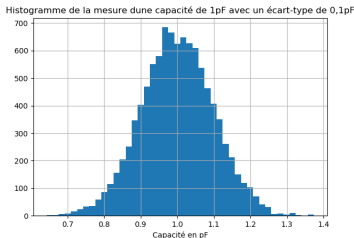
Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

On répète N fois la mesure et on obtient N valeurs différentes avec un écart-type σ



- La moyenne = bon estimateur de la valeur de la grandeur mesurée
- L'incertitude-type sur la moyenne est alors :

$$u(C) = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Incertitude de type B

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

1 Par exemple, pas de fluctuation dans la mesure m

Incertitude de type B

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- 1 Par exemple, pas de fluctuation dans la mesure m
- 2 Plage raisonnable où se trouve m $[m - \Delta; m + \Delta]$

Incertitude de type B

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- 1 Par exemple, pas de fluctuation dans la mesure m
- 2 Plage raisonnable où se trouve m [$m - \Delta$; $m + \Delta$]
- 3 C'est en partie arbitraire !

Incertitude de type B

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

1 Par exemple, pas de fluctuation dans la mesure m

2 Plage raisonnable où se trouve m [$m - \Delta$; $m + \Delta$]

3 C'est en partie arbitraire !

4 Hypothèse de distribution uniforme : $u = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$

Exemple

mesure à la règle, au goniomètre, au multimètre, à la burette...

Somme et produit

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incrtitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

La grandeur que l'on veut obtenir s'obtient par un calcul :
comment faire ?

Somme

$$x = x_1 + \dots + x_n$$

$$u(x) = \sqrt{u(x_1)^2 + \dots + u(x_n)^2}$$

Produit et quotient

$$p = \frac{x_1 \times \dots \times x_n}{y_1 \times \dots \times y_n}$$

$$\ln(p) = \ln(x_1) + \dots + \ln(x_n) - \ln(y_1) - \dots - \ln(y_n)$$

$$\frac{u(p)}{p} =$$

$$\sqrt{\left(\frac{u(x_1)}{x_1}\right)^2 + \dots + \left(\frac{u(x_n)}{x_n}\right)^2 + \left(\frac{u(y_1)}{y_1}\right)^2 + \dots + \left(\frac{u(y_n)}{y_n}\right)^2}$$

Produit de puissance

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertainité de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

$$p_1 = \frac{x_1^{\alpha_1} \times \dots \times x_n^{\alpha_n}}{y_1^{\beta_1} \times \dots \times y_n^{\beta_n}}$$

$$\frac{u(p_1)}{p_1} = \sqrt{\left(\alpha_1 \frac{u(x_1)}{x_1}\right)^2 + \dots + \left(\alpha_n \frac{u(x_n)}{x_n}\right)^2 + \left(\beta_1 \frac{u(y_1)}{y_1}\right)^2 + \dots + \left(\beta_n \frac{u(y_n)}{y_n}\right)^2}$$

Autres cas : Méthode de Monte-Carlo

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incrtitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

Cas avec des $\ln$, $\cos$... fonction globale notée $f(m)$, m mesure

Si type A : m la mesure et σ son incertitude-type.

Si type B : m est dans $[m - \Delta; m + \Delta]$

- Génération de N de m valeurs incluses dans $[m - \sigma, m + \sigma]$ ou $[m - \Delta/\sqrt{3}; m + \Delta/\sqrt{3}]$

Autres cas : Méthode de Monte-Carlo

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Cas avec des ln, cos ... fonction globale notée $f(m)$, m mesure

Si type A : m la mesure et σ son incertitude-type.

Si type B : m est dans $[m - \Delta; m + \Delta]$

- Génération de N de m valeurs incluses dans $[m - \sigma, m + \sigma]$ ou $[m - \Delta/\sqrt{3}; m + \Delta/\sqrt{3}]$
- Ceci grâce à un générateur de nombre aléatoire.

Autres cas : Méthode de Monte-Carlo

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Cas avec des ln, cos ... fonction globale notée $f(m)$, m mesure

Si type A : m la mesure et σ son incertitude-type.

Si type B : m est dans $[m - \Delta; m + \Delta]$

- Génération de N de m valeurs incluses dans $[m - \sigma, m + \sigma]$ ou $[m - \Delta/\sqrt{3}; m + \Delta/\sqrt{3}]$
- Ceci grâce à un générateur de nombre aléatoire.

Attention :

- Grandeur mesurée connue avec une incertitude-type
⇒ générateur gaussien : `rd.normal()` ;

Autres cas : Méthode de Monte-Carlo

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incrtitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

Cas avec des ln, cos ... fonction globale notée $f(m)$, m mesure
Si type A : m la mesure et σ son incertitude-type.

Si type B : m est dans $[m - \Delta; m + \Delta]$

- Génération de N de m valeurs incluses dans $[m - \sigma, m + \sigma]$ ou $[m - \Delta/\sqrt{3}; m + \Delta/\sqrt{3}]$
- Ceci grâce à un générateur de nombre aléatoire.

Attention :

- Grandeur mesurée connue avec une incertitude-type
 $\Rightarrow$ générateur gaussien : `rd.normal()` ;
- Grandeur connue uniquement par une valeur à l'intérieur d'un intervalle $\Rightarrow$ répartition uniforme : `rd.uniform()`

Autres cas : Méthode de Monte-Carlo $u(f(m))$

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertain de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Calcul des N valeurs prises par la fonction $f(m)$

Le tout se programme avec votre ami **PYTHON** (cf poly pour ex).

Autres cas : Méthode de Monte-Carlo $u(f(m))$

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertainité de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Calcul des N valeurs prises par la fonction $f(m)$
- Calcul la valeur moyenne des N valeurs de $f(m)$

Le tout se programme avec votre ami **PYTHON** (cf poly pour ex).

Autres cas : Méthode de Monte-Carlo $u(f(m))$

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertainité de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

- Calcul des N valeurs prises par la fonction $f(m)$
- Calcul la valeur moyenne des N valeurs de $f(m)$
- Écart-type sur cet ensemble pour obtenir l'incertitude-type $u(f(m))$.

Le tout se programme avec votre ami **PYTHON** (cf poly pour ex).

Z-score : comparaison à une valeur de référence

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Vérification de la compatibilité des résultats obtenus avec **une référence**.

Exemple : mesure de la constante des gaz parfaits

- On connaît : R_{exp} , $u(R)$ incrtitude-type

Validation

Z-score : comparaison à une valeur de référence

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Vérification de la compatibilité des résultats obtenus avec **une référence**.

Exemple : mesure de la constante des gaz parfaits

- On connaît : R_{exp} , $u(R)$ incrtitude-type
- Dans les tables $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

Validation

Z-score : comparaison à une valeur de référence

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Vérification de la compatibilité des résultats obtenus avec **une référence**.

Exemple : mesure de la constante des gaz parfaits

- On connaît : R_{exp} , $u(R)$ incrtitude-type
- Dans les tables $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
- On calcule : $Z = \frac{R_{exp} - R}{u(R)}$

Validation

Z-score : comparaison à une valeur de référence

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Vérification de la compatibilité des résultats obtenus avec **une référence**.

Exemple : mesure de la constante des gaz parfaits

- On connaît : R_{exp} , $u(R)$ incrtitude-type
- Dans les tables $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
- On calcule : $Z = \frac{R_{exp} - R}{u(R)}$

Validation

- Si $Z > 2$ probabilité des évènements associés $< 5\%$: improbable. Compatibilité rejetée.

Z-score : comparaison à une valeur de référence

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Vérification de la compatibilité des résultats obtenus avec **une référence**.

Exemple : mesure de la constante des gaz parfaits

- On connaît : R_{exp} , $u(R)$ incrtitude-type
- Dans les tables $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
- On calcule : $Z = \frac{R_{exp} - R}{u(R)}$

Validation

- Si $Z > 2$ probabilité des évènements associés $< 5\%$: improbable. Compatibilité rejetée.
- Ce critère est arbitraire (mais commun)

Z-score : comparaison à une valeur de référence

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Vérification de la compatibilité des résultats obtenus avec **une référence**.

Exemple : mesure de la constante des gaz parfaits

- On connaît : R_{exp} , $u(R)$ incrtitude-type
- Dans les tables $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
- On calcule : $Z = \frac{R_{exp} - R}{u(R)}$

Validation

- Si $Z > 2$ probabilité des évènements associés $< 5\%$: improbable. Compatibilité rejetée.
- Ce critère est arbitraire (mais commun)
- On valide la compatibilité si $Z < 2$

Z-score : comparaison de 2 grandeurs expérimentales

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

On estime $\tau = RC$ de deux manières différentes

Multimètre

- valeurs expérimentales de R_{exp} , $u(R_{exp})$ et C_{exp} , $u(C_{exp})$ (multimètre et distribution uniforme)

Mesure directe de τ

Z-score : comparaison de 2 grandeurs expérimentales

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

On estime $\tau = RC$ de deux manières différentes

Multimètre

- valeurs expérimentales de R_{exp} , $u(R_{exp})$ et C_{exp} , $u(C_{exp})$ (multimètre et distribution uniforme)
- on obtient le produit RC_{exp} et l'incertitude-type $u(RC)$ par propagation

Mesure directe de τ

Z-score : comparaison de 2 grandeurs expérimentales

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

On estime $\tau = RC$ de deux manières différentes

Multimètre

- valeurs expérimentales de R_{exp} , $u(R_{exp})$ et C_{exp} , $u(C_{exp})$ (multimètre et distribution uniforme)
- on obtient le produit RC_{exp} et l'incertitude-type $u(RC)$ par propagation

Mesure directe de τ

- Tension aux bornes de C à l'aide d'un oscilloscope

Z-score : comparaison de 2 grandeurs expérimentales

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

On estime $\tau = RC$ de deux manières différentes

Multimètre

- valeurs expérimentales de R_{exp} , $u(R_{exp})$ et C_{exp} , $u(C_{exp})$ (multimètre et distribution uniforme)
- on obtient le produit RC_{exp} et l'incertitude-type $u(RC)$ par propagation

Mesure directe de τ

- Tension aux bornes de C à l'aide d'un oscilloscope
- Mesure de τ_{exp} (méthode des tangentes ou autre) et de $u(\tau)$

Validation

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incrtitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

La formule $\tau = RC$ est alors vérifiée si :

$$Z = \left| \frac{RC_{exp} - \tau_{exp}}{\sqrt{u(RC)^2 + u(\tau)^2}} \right| < 2$$

De manière générale, l'égalité de deux grandeurs expérimentales X_1 et X_2 sera vérifiée si :

Validation : cas général

$$Z = \left| \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} \right| < 2$$

Où σ_1 et σ_2 sont les incertitudes-types sur X_1 et X_2 .

Régression Linéaire (affine)

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertainité de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

La régression linéaire

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertain de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),
- 2 Les x_i sont connus avec certitude,

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertain de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),
- 2 Les x_i sont connus avec certitude,
- 3 $E_i \simeq \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ est une suite de variables aléatoires indépendantes

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertainité de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),
- 2 Les x_i sont connus avec certitude,
- 3 $E_i \simeq \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ est une suite de variables aléatoires indépendantes
- 4 σ est inconnu

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),
- 2 Les x_i sont connus avec certitude,
- 3 $E_i \simeq \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ est une suite de variables aléatoires indépendantes
- 4 σ est inconnu

- (1) vraie en générale sauf si $b = 0$.

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),
- 2 Les x_i sont connus avec certitude,
- 3 $E_i \simeq \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ est une suite de variables aléatoires indépendantes
- 4 σ est inconnu

- (1) vraie en générale sauf si $b = 0$.
- (2) vérifiée si les incertitudes relatives sur $u(x_i)/x_i \ll u(y_i)/y_i$

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),
- 2 Les x_i sont connus avec certitude,
- 3 $E_i \simeq \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ est une suite de variables aléatoires indépendantes
- 4 σ est inconnu

- (1) vraie en générale sauf si $b = 0$.
- (2) vérifiée si les incertitudes relatives sur $u(x_i)/x_i \ll u(y_i)/y_i$
- (3) n'est pas très contraignante.

Hypothèses de la régression linéaire

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertainité de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Pour pouvoir utiliser une régression linéaire, il faut que :

- 1 On observe les réalisations y_i de $Y_i = ax_i + b + E_i$ (les lettres majuscules définissent des variables aléatoires),
- 2 Les x_i sont connus avec certitude,
- 3 $E_i \simeq \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ est une suite de variables aléatoires indépendantes
- 4 σ est inconnu

- (1) vraie en générale sauf si $b = 0$.
- (2) vérifiée si les incertitudes relatives sur $u(x_i)/x_i \ll u(y_i)/y_i$
- (3) n'est pas très contraignante.
- (4) n'est quasiment jamais vérifié.

Objectifs et méthode

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Un objectif possible d'une régression : regarder si un modèle mathématique est **compatible** avec les mesures expérimentales faites.

Procédure d'analyse des résultats :

- 1 représentation graphique des points expérimentaux avec leurs barres d'incertitude ;
- 2 superposition de la courbe représentative du modèle testé ;
- 3 observation graphique des résidus/écarts normalisés (ie représentation de Z) ;
- 4 conclusion.

Le R^2

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertain de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

Grandeur qui sert à mesurer la corrélation entre deux grandeurs aléatoires.

Ce n'est pas le cas ici : x_i choisies par l'expérimentateur.

On ne peut pas valider une régression linéaire ou affine avec R^2 .

Voir par exemple la vidéo : https://youtu.be/It4UA75z_KQ

Autre cas : Utilisation de lois connues

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

Lois connues

- Loi physique ou chimique connue (Ohm, Beer-Lambert...)

Autre cas : Utilisation de lois connues

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incertitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

Lois connues

- Loi physique ou chimique connue (Ohm, Beer-Lambert...)
- Utilisée pour récupérer un paramètre dont on a besoin

Autre cas : Utilisation de lois connues

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incetitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

Lois connues

- Loi physique ou chimique connue (Ohm, Beer-Lambert...)
- Utilisée pour récupérer un paramètre dont on a besoin
- Ohm ou Beer-Lambert, on imposera le passage par l'origine de la régression $\Rightarrow$ problème technique avec `polyfit`.

Monte-Carlo avec une régression affine

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

But : obtenir la pente, l'ordonnée à l'origine et leurs incertitudes

1 On saisit les valeurs expérimentales de x

Monte-Carlo avec une régression affine

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

But : obtenir la pente, l'ordonnée à l'origine et leurs incertitudes

- 1 On saisit les valeurs expérimentales de x
- 2 On saisit les valeurs expérimentales de y

Monte-Carlo avec une régression affine

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

But : obtenir la pente, l'ordonnée à l'origine et leurs incertitudes

- 1 On saisit les valeurs expérimentales de x
- 2 On saisit les valeurs expérimentales de y
- 3 On saisit les valeurs des incertitudes sur y

Monte-Carlo avec une régression affine

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incertain de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Régression linéaire et affine

Objectifs et méthode

But : obtenir la pente, l'ordonnée à l'origine et leurs incertitudes

- 1 On saisit les valeurs expérimentales de x
- 2 On saisit les valeurs expérimentales de y
- 3 On saisit les valeurs des incertitudes sur y
- 4 On génère N tirages sur y .

Monte-Carlo avec une régression affine

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

But : obtenir la pente, l'ordonnée à l'origine et leurs incertitudes

- 1 On saisit les valeurs expérimentales de x
- 2 On saisit les valeurs expérimentales de y
- 3 On saisit les valeurs des incertitudes sur y
- 4 On génère N tirages sur y .
- 5 Pour chaque tirage, on calcule le modèle affine avec `polyfit` On range la pente a_i et l'ordonnée à l'origine b_i dans une liste.

Monte-Carlo avec une régression affine

incertitude

F. Merlin

Le paradigme de l'incertitude-type

Incrtitude de type A

Propagation des incertitudes (type B)

Autres cas : méthode de Monte-Carlo

Critère de décision : le Z-score

Regression linéaire et affine

Objectifs et méthode

But : obtenir la pente, l'ordonnée à l'origine et leurs incertitudes

- 1 On saisit les valeurs expérimentales de x
- 2 On saisit les valeurs expérimentales de y
- 3 On saisit les valeurs des incertitudes sur y
- 4 On génère N tirages sur y .
- 5 Pour chaque tirage, on calcule le modèle affine avec `polyfit` On range la pente a_i et l'ordonnée à l'origine b_i dans une liste.
- 6 Moyenne des a_i et des b_i ainsi que les écart-types : valeurs de a et b et incertitudes-type $u(a)$ et $u(b)$.

incertitude

F. Merlin

Le paradigme
de
l'incertitude-
type

Incrtitude de
type A

Propagation
des
incertitudes
(type B)

Autres cas :
méthode de
Monte-Carlo

Critère de
décision : le
Z-score

Regression
linéaire et
affine

Objectifs et méthode

Problème : on ne peut pas forcer la fonction polyfit à passer par 0.

Il faut s'y prendre autrement.

Par exemple :

Calcul de la moyenne des rapports $a_i = y_i/x_i$ et on se ramène à une incrtitude de type A.