



Evaluation des incertitudes de mesure

Michèle DESENFANT (LNE)

le concept d'incertitude ses évolutions récentes

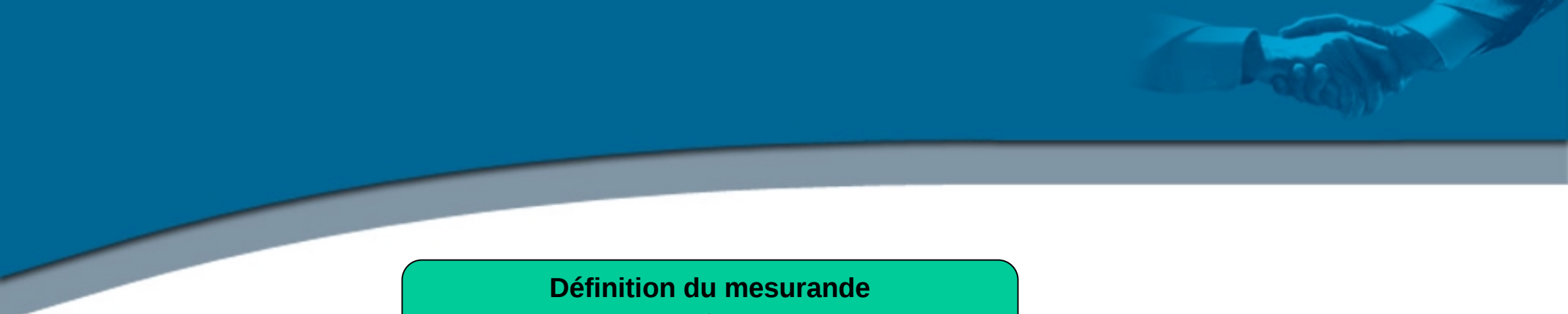
- Avant 1984 : "erreur probable"
- VIM 1984 : "intervalle qui contient la valeur vraie"
- VIM 1993 : "Paramètre associé au résultat d'un mesurage qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande"

Definir le mesurande

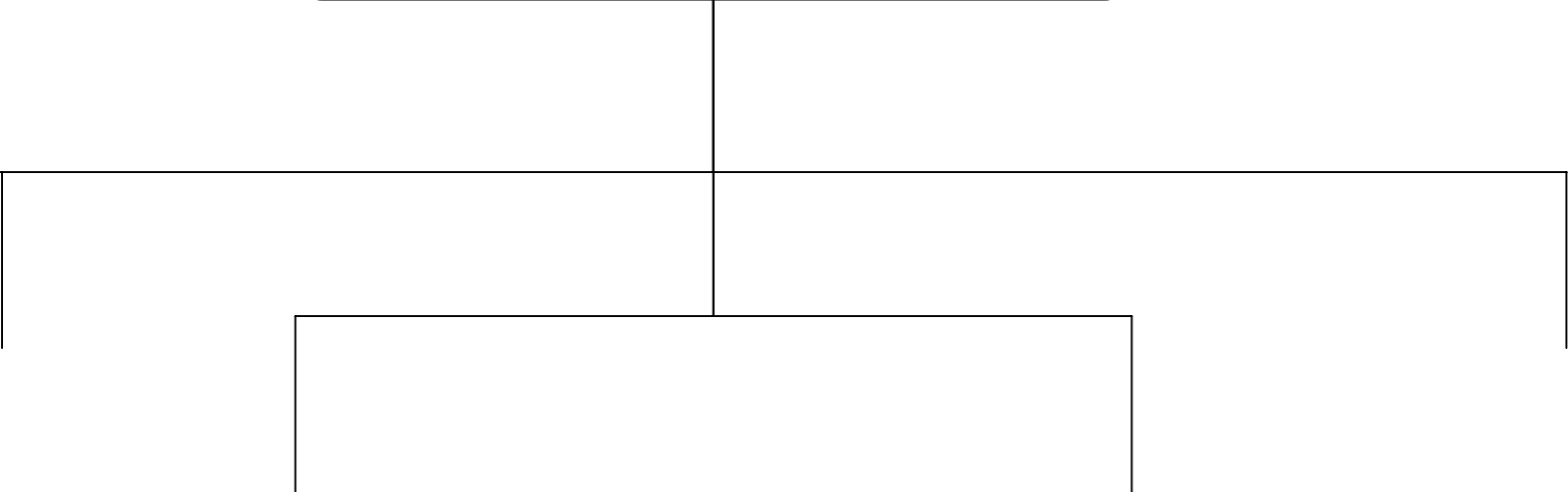


- « grandeur particulière soumise à mesurage »
- C'est décrire toutes les conditions qui permettent son observation
température, pression, lieu de prélèvement, conditions de prélèvement,
date...

**Une définition précise du mesurande est un élément essentiel pour
l'estimation de l'incertitude du résultat de mesure**



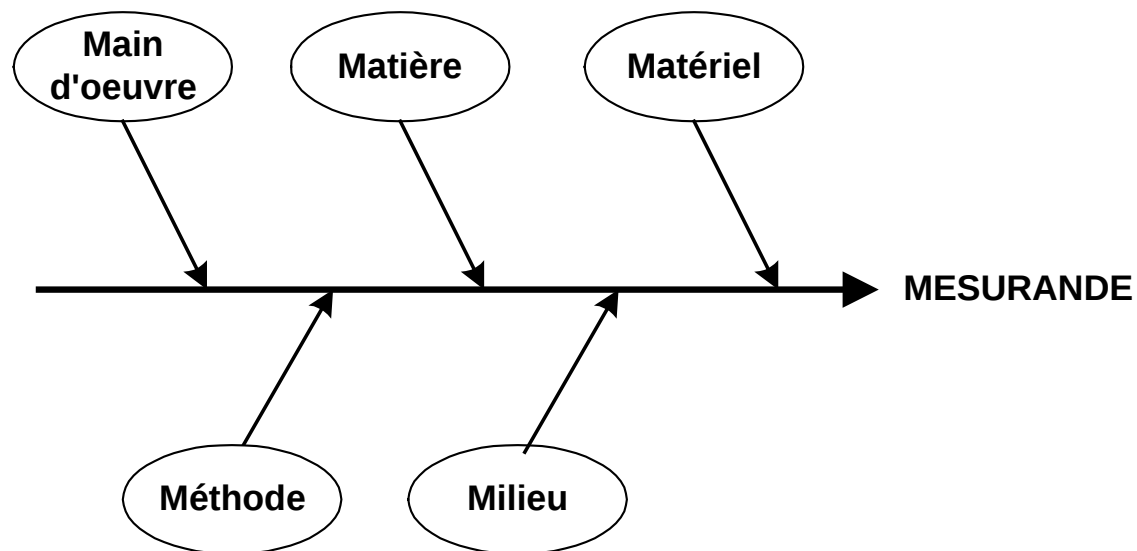
Définition du mesurande
+
Liste des composantes d'incertitude



Différentes méthodes de quantification de l'incertitude

Mesurande + analyse du processus commun à toutes les évaluations

- Définition du mesurande
- Analyse du processus de mesure
- Composantes d'incertitude (par exemple les 5 M)



Quantification : 2 approches possibles

- l'approche intra-laboratoire consiste à exploiter les résultats de mesures réalisées uniquement au sein du laboratoire,
- l'approche inter-laboratoires consiste à utiliser les résultats de mesures issus d'essais inter-laboratoires (essais d'aptitude ou essais de caractérisation de méthode type « ISO 5725 »).

Définition du mesurande
+
Liste des composantes d'incertitude

Approche
Intra laboratoire

oui

modèle
physique?
Incluant les
corrections

Évaluation
Des incertitudes-types

Loi de propagation
de l'incertitude

GUM

L'approche intra-laboratoire

Les 4 étapes de la méthode analytique

- **Etape 1:**

Mesurande (Y)

Analyse du processus (grandeurs d'entrée notées x_i)

Ecriture d'un modèle mathématique $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_N)$

L'approche intra-laboratoire

Les 4 étapes de la méthode analytique

- **Etape 2:**

Estimation des incertitudes-types des grandeurs d'entrées du modèle

◆ **évaluation de type A**

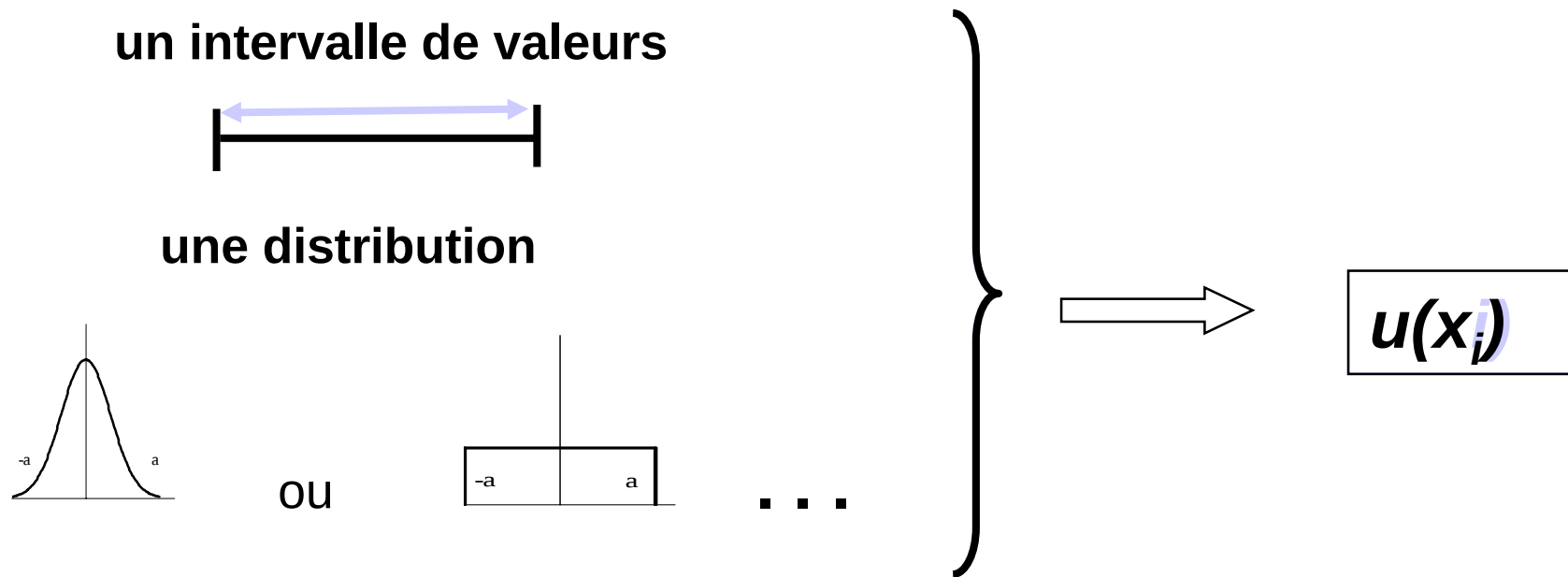
$$u(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{k=1}^n (x_{i,k} - \bar{x}_i)^2}$$

L'approche intra-laboratoire

Les 4 étapes de la méthode analytique

- **Etape 2:** Estimation des incertitudes-types des grandeurs d'entrées du modèle

- ◆ évaluation de type B



L'approche intra-laboratoire

Les 4 étapes de la méthode analytique

- **Etape 3: Estimation de l'incertitude composée (propagation des incertitudes des grandeurs d'entrée du modèle)**

formules si les variables ne sont pas corrélées

Le modèle

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$$

$$Y = \frac{X_1 \times X_2}{X_3 \times X_4}$$

La loi de propagation de l'incertitude

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^{i=n} \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 \times u^2(x_i)$$

$$\frac{u^2(Y)}{Y^2} = \frac{u^2(X_1)}{X_1^2} + \frac{u^2(X_2)}{X_2^2} + \frac{u^2(X_3)}{X_3^2} + \frac{u^2(X_4)}{X_4^2}$$

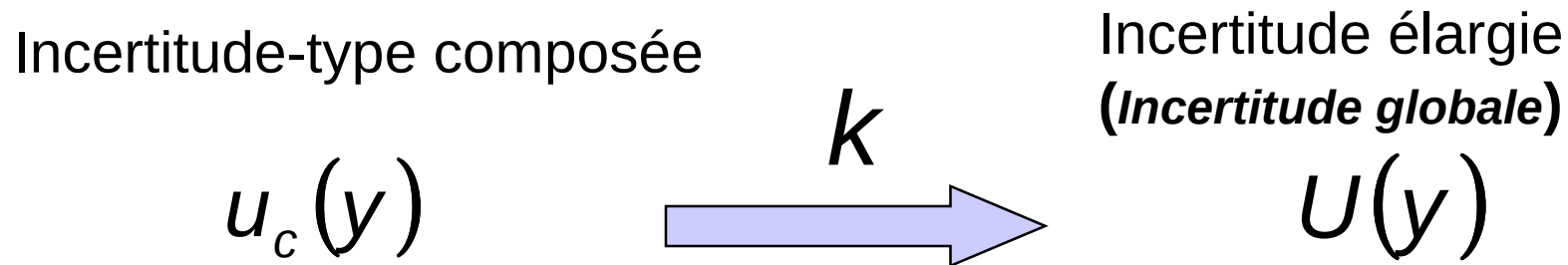
Budget d'incertitude avec le poids des différentes sources d'incertitude

L'approche intra-laboratoire

Les 4 étapes de la méthode analytique

- **Etape 4: Expression du résultat final**

Une valeur numérique
Une unité
Une incertitude élargie



Cofrac $k = 2$, tendance en Europe, U demi-intervalle qui contient une large proportion des valeurs attribuables au mesurande

L'approche intra-laboratoire

Que faire sans modèle de processus ?

- Utiliser toutes les informations disponibles :
 - **Cartes de contrôles** pour évaluer la répétabilité, la reproductibilité
 - **Organiser des essais** en faisant varier le maximum de conditions et de facteurs ayant une influence a priori significative sur le résultat et observer la dispersion des résultats, calculer la variance correspondante
 - **Combiner la variance obtenue avec les autres causes d'incertitude** (elles mêmes exprimées sous forme de variance) qui n'ont pas pu s'exprimer au cours des répétitions (par exemple la justesse)

**Définition du mesurande
+
Liste des composantes d'incertitude**

**Approche
Intra laboratoire**

oui **modele
physique?
Incluant les
corrections** Non

**Évaluation
Des incertitudes-types**

**Loi de propagation
de l'incertitude**

**Organisation de
répétitions,
Validation de méthode**

**Ajout
d'autres composante
d'incertitude
incertitude du biais**

GUM

L'approche inter-laboratoires



- C'est une approche collective qui implique plusieurs laboratoires
- Les performances des laboratoires sont uniformisées
- Des essais doivent être organisés et les résultats traités
 - Suivant la norme **ISO 5725** (performance d'une méthode)
 - Suivant le guide **ISO 43-1** (aptitude d'un laboratoire) + projet **ISO / DIS 13528** « Méthodes statistiques utilisées dans les essais d'aptitude par comparaison interlaboratoires »

**Définition du mesurande
+
Liste des composantes d'incertitude**

**Approche
Intra laboratoire**

**Approche
Inter laboratoire**

oui
**modele
physique?
Incluant les
corrections**
Non

**Évaluation
Des incertitudes-types**

**Loi de propagation
de l'incertitude**

GUM

**Organisation de
répétitions,
Validation de méthode**

**Ajout
d'autres composante
d'incertitude
incertitude du biais**

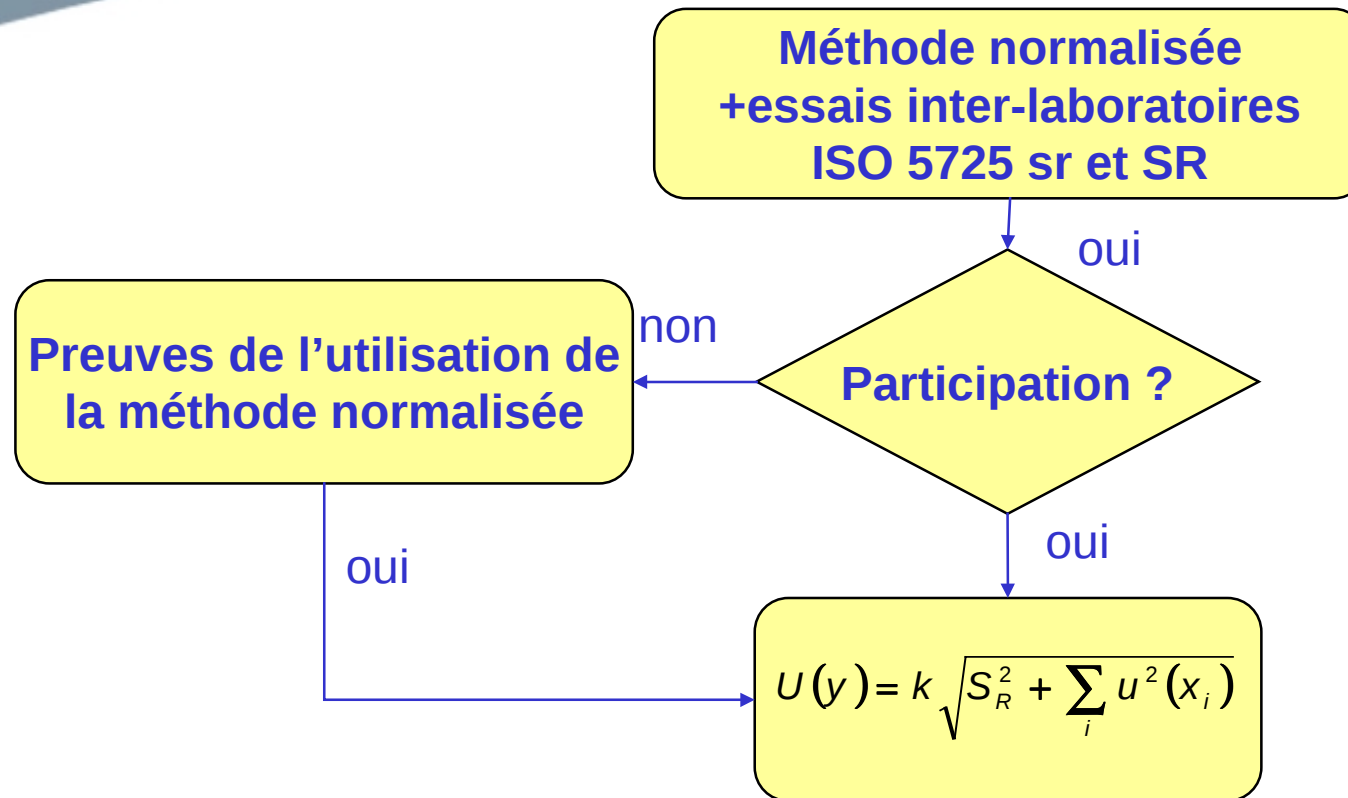
**Modele
statistique**

**Exactitude
de la méthode
Iso 5725**

**Utilisation
de valeurs
publiées
+
Incertaince du biais**

ISO TS 21748

L'approche inter-laboratoires Type ISO 5725



ISO TS 21748 (mars 2004) : lignes directrices relatives à l'utilisation d'estimations de répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse dans l'évaluation de l'incertitude de mesure

**Définition du mesurande
+
Liste des composantes d'incertitude**

**Approche
Intra laboratoire**

oui
**modele
physique?
Incluant les
corrections**
Non

**Évaluation
Des incertitudes-types**

**Loi de propagation
de l'incertitude**

GUM

**Organisation de
répétitions,
Validation de méthode**

**Ajout
d'autres composante
d'incertitude
incertitude du biais**

**Approche
Inter laboratoire**

**Modele
statistique**

**Exactitude
de la méthode
Iso 5725**

**Utilisation
de valeurs
publiées
+
Incrtitude du biais**

ISO TS 21748

**Essais d'aptitude
Iso guide 43
+
Iso/Dis 13528**

**variabilité
+
Incrtitude du biais**