

Atelier « Métrologie pratique débutants »



Gilles CALCHERA
Ingénieur métrologue
Délégation qualité et développement durable

- Sensibiliser à la métrologie
- Donner un aperçu de l'utilité de la métrologie



- Contexte et enjeux liés à la métrologie
- Notions de vocabulaire spécifique à la métrologie
- Notions d'incertitude de mesure
- Déclaration de conformité
- Vérification métrologique d'une balance de précision



- Contexte et enjeux liés à la métrologie
- Notions de vocabulaire spécifique à la métrologie
- Notions d'incertitude de mesure
- Déclaration de conformité
- Vérification métrologique d'une balance de précision



Contexte et enjeux liés à la métrologie

- Un organisme tel qu'une entreprise fabrique, teste, contrôle produits (ou services) à partir de processus de fabrication, d'essais, d'analyse, etc.
- Les produits doivent satisfaire aux attentes exprimées des clients, être conformes à des exigences (normes, spécifications internes).
- C'est à partir de résultat de mesure que tout organisme, chaque jour prend des décisions relatives à ces produits, ces processus, ...
- Au résultat de mesure → une incertitude de mesure qui doit être compatible avec l'exigence spécifiée (tolérances) du produit. L'incertitude constitue alors un élément qui permet d'**apprécier** les **risques** liés à ces **décisions**.



Bien mesurer pour bien décider !

Un résultat de mesure ou d'essai sert de base pour prendre une décision : acceptation ou rejet d'un produit, conformité d'un environnement...



Pourquoi des normes en métrologie ?

La métrologie est un moyen de communication



Un instrument de mesure **neuf** est-il forcément **exact** ?

- Etude de l' Exera, du Sirep et du Wib sur les spécifications constructeurs : **49 %** des capteurs et appareils d' analyse **ne répondent pas** aux spécifications constructeurs
- Etude sur la justesse de 16 capteurs de t° :
 - ◆ + de 80 % non-conformes
 - ◆ Une erreur maximum de + 5,3 °C
- Etude de l' Exera, du Sirep et du Wib sur les **besoins des utilisateurs** : **87 %** des appareils de mesure **ne répondent pas** à ces besoins
 - ◆ Peu de contacts entre les achats et les utilisateurs
 - ◆ Utilisateurs ont des difficultés à exprimer leurs besoins
 - ◆ Utilisateurs de plus en plus exigeants



- Contexte et enjeux liés à la métrologie
- Notions de vocabulaire spécifique à la métrologie
- Notions d'incertitude de mesure
- Déclaration de conformité
- Vérification métrologique d'une balance de précision



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

Métrologie ?



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

METROLOGIE : Science de la mesure.

La métrologie embrasse tous les aspects aussi bien théoriques que pratiques se rapportant aux **mesurages** quel que soit l'incertitude de celui-ci, dans quelque domaine de la science et de la technologie.



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

Les aspects de la métrologie apportent une prise de conscience et développent une forme de philosophie :

Il s'agit de prendre conscience que toutes les mesures réalisées qui nous entourent sont incertaines...

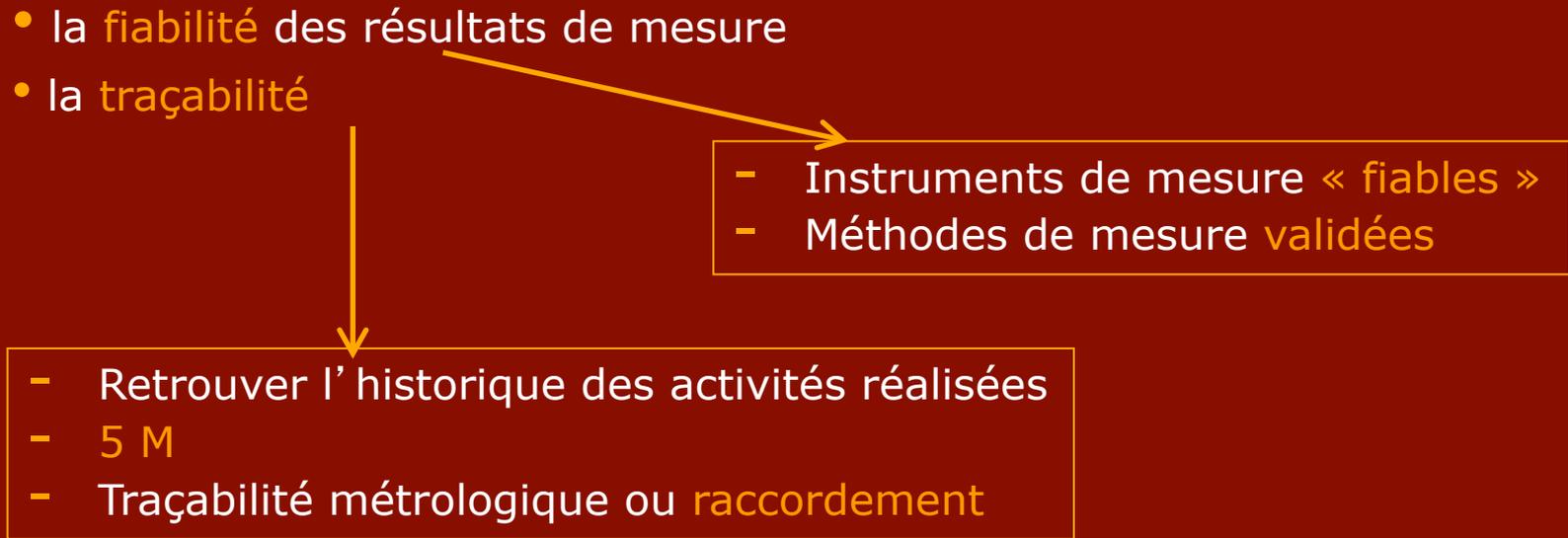


Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

La métrologie touche un grand nombre de secteurs d'activités (physique, chimie, biologie, etc.) notamment celui de la Recherche.

Elle permet de **garantir** :

- la **fiabilité** des résultats de mesure
- la **traçabilité**

- 
- Instruments de mesure « **fiables** »
 - Méthodes de mesure **validées**

- Retrouver l' **historique** des activités réalisées
- **5 M**
- Traçabilité métrologique ou **raccordement**



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

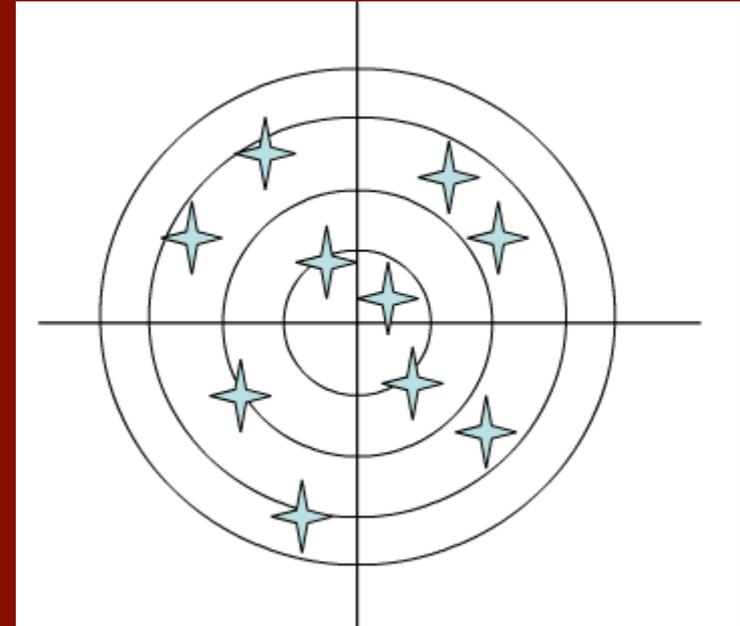
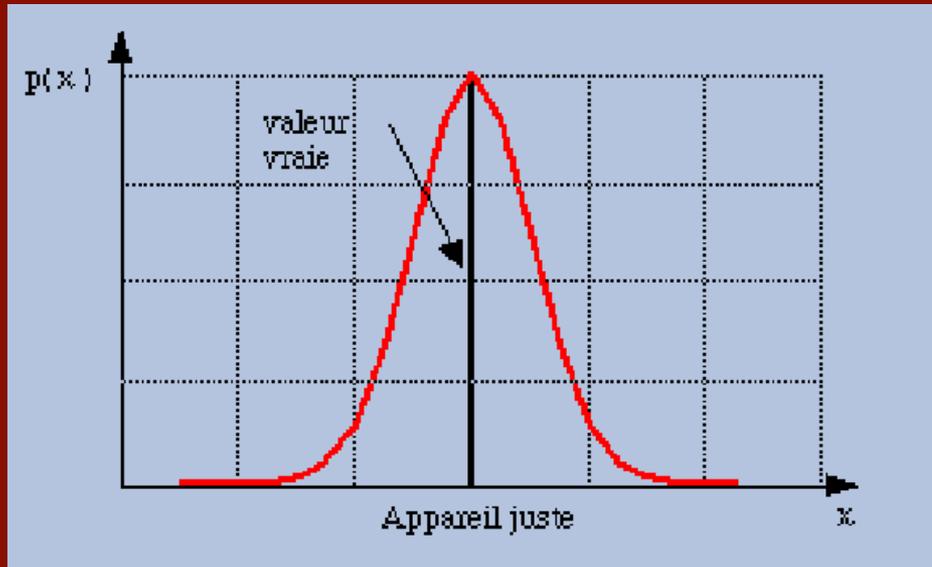
Les principales **caractéristiques** d'un instrument de mesure sont :

- Justesse,
 - Fidélité,
- Résolution, ...

La fiabilité d'un IdM dépend de son **exactitude** qui dépend elle-même de ses **caractéristiques**

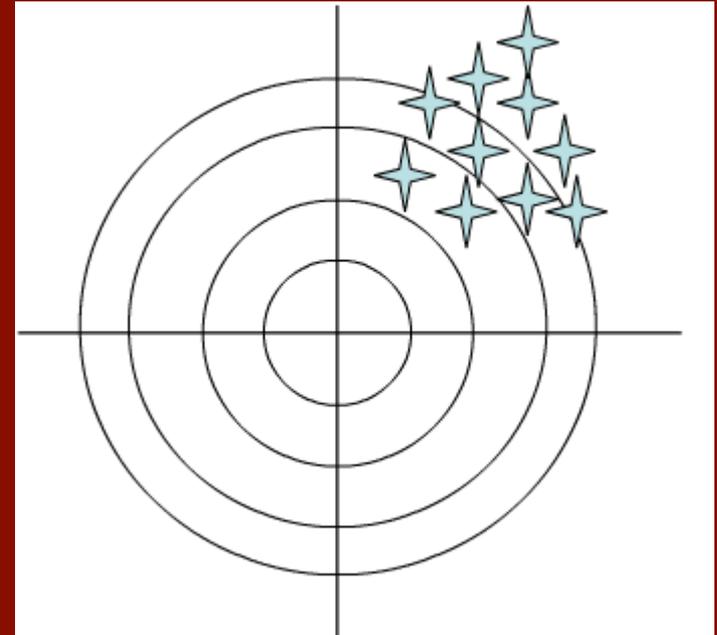
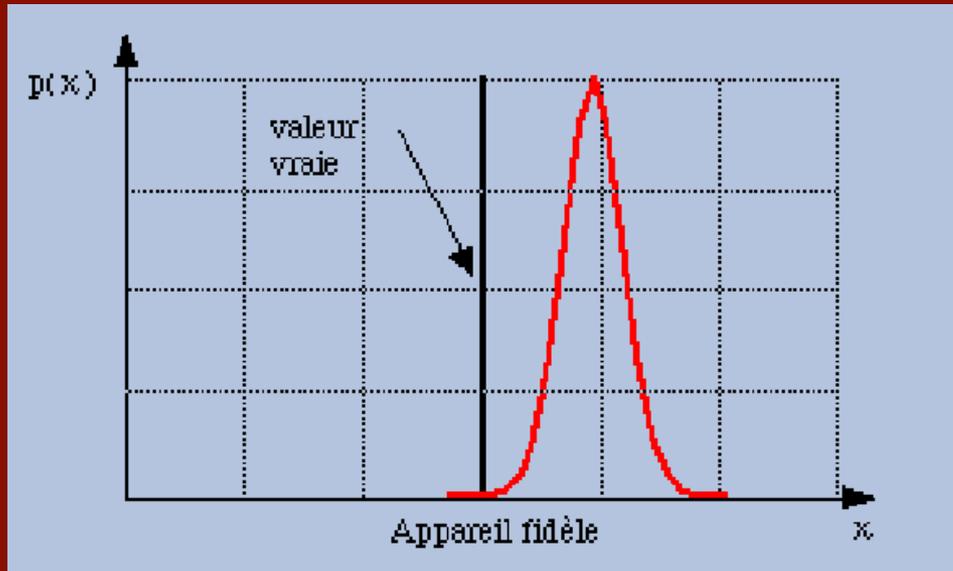


Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie



Un instrument de mesure est d'autant plus **juste** que la **valeur moyenne** est proche de la **valeur vraie**.

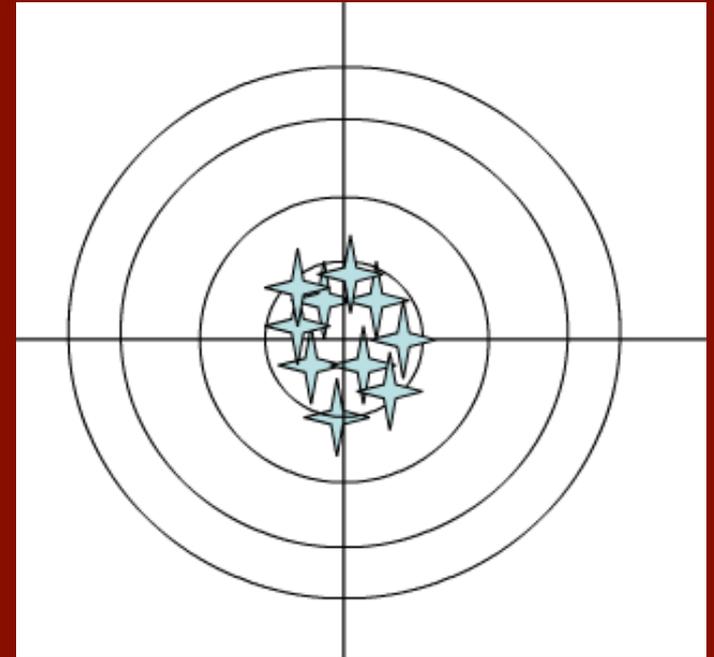
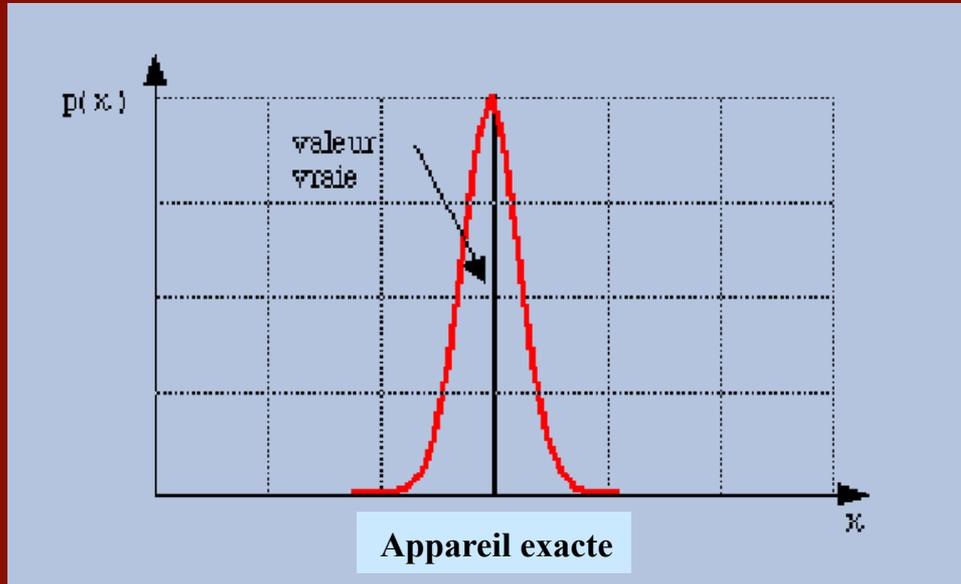
Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie



La **fidélité** est la qualité d'un instrument de mesure dont les erreurs sont faibles. L'**écart-type** est souvent considéré comme l'erreur de fidélité.



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie



Un appareil **exacte** est à la fois **fidèle** et **juste** (\Leftrightarrow EMT).



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

La métrologie ?

La métrologie est l'**estimation** de la **confiance** donnée à un résultat de mesure

Notion d'incertitude

On peut apporter un crédit au résultat

La métrologie : « c' est la **confiance** dans la **mesure** »,
peut aussi se lire : « la **mesure** dans la **confiance** ».



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

La métrologie c'est la recherche de la **valeur vraie**

Mais :

Tout est faux ou plutôt rien n'est vrai !



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

On recommence l'étalonnage : son écart a bougé !

Avait-il bien attendu le 3^{ème} bip ?

Sa montre est-elle constante ?



13 h 50 min



13 h 50 min 13 s



13 h 49 min 53 s



Etc. ...

Qui dit vrai ?

Il faut appeler l'horloge parlante !

- Ah j'avançais de **13 s** !
- Ah j'étais en retard de **7 s** !
- Ah j'étais à l'**heure** !



Etalonnage !

Mise en évidence d'un écart
 (**13**, **7** ou **0**) c'est une **erreur**

Réglage !



Etes-vous sûr de votre écart déterminé ?



Notion de vocabulaire spécifique à la métrologie

« Notion des 5 M » :

*le **Moyen** de mesure (instrument, chaîne, système),*

*la **Méthode**, Mode opératoire,*

*la **Main d'œuvre** (opérateur),*

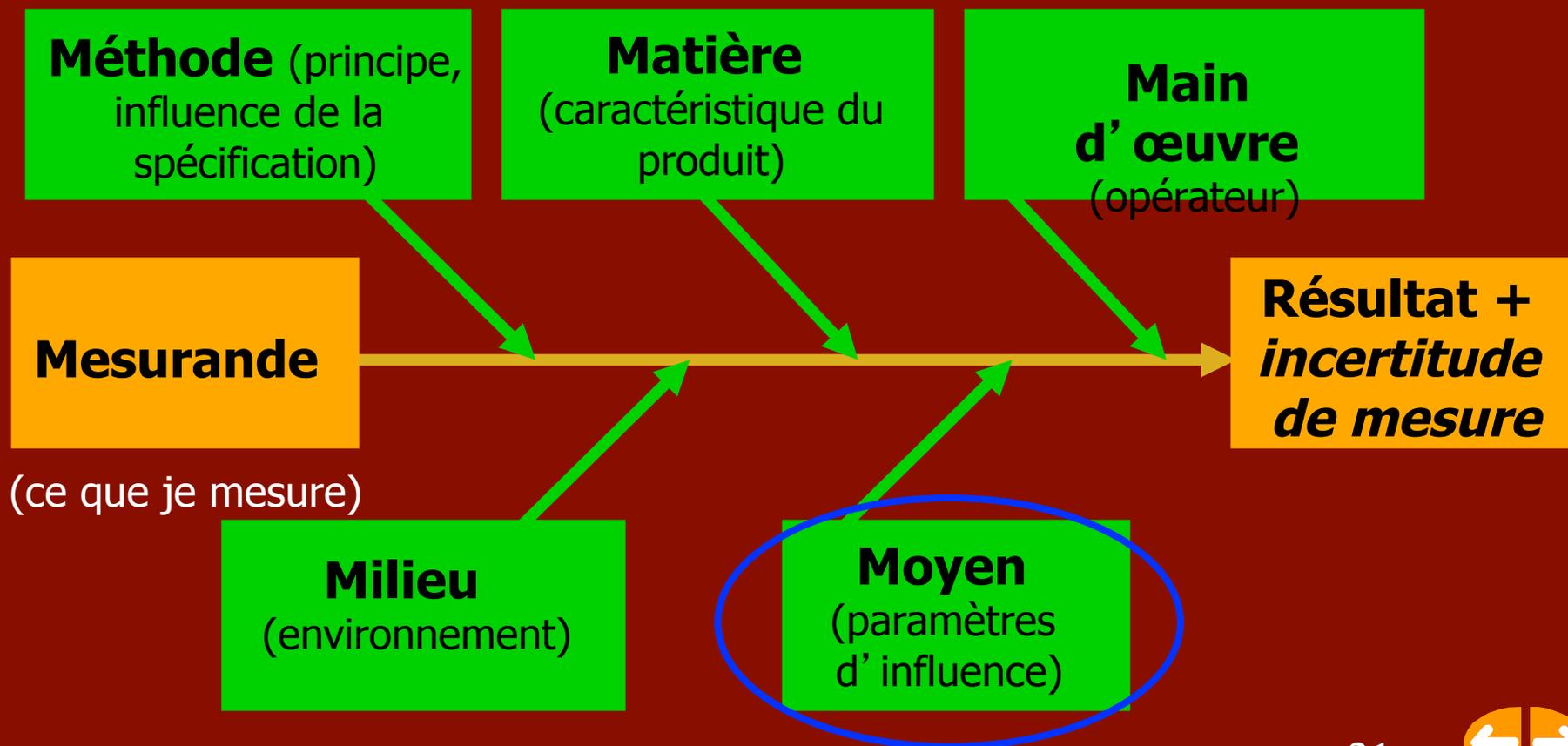
*le **Milieu** (environnement : T, HR, durée,...),*

*le **Mesurande** (grandeur objet du mesurage).*



Vocabulaire spécifique à la métrologie

Processus de mesure : Ensemble d'opérations permettant de déterminer la valeur d'une grandeur.



- Contexte et enjeux liés à la métrologie
- Notions de vocabulaire spécifique à la métrologie
- **Notions d'incertitude de mesure**
- Déclaration de conformité
- Vérification métrologique d'une balance de précision



Notions d'incertitude de mesure

Pourquoi s'intéresser à l'incertitude de mesure ?



Notions d'incertitude de mesure

- La valeur mesurée n'est jamais la valeur recherchée.
- Évaluer l'intervalle, positionné par rapport à la valeur mesurée, dans lequel il est probable de la rencontrer.
- Les facteurs d'influence : c'est l'imperfection de ces différents facteurs qui conduit à l'imperfection de la mesure ou à l'*incertitude de mesure*.



Paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande.

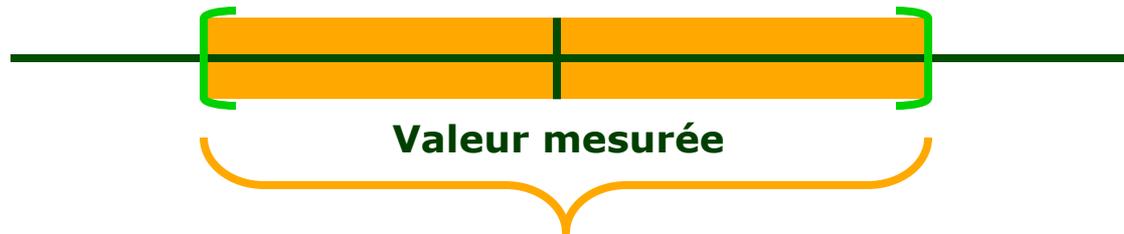


Estimation des incertitudes de mesure

L'incertitude de mesure

Valeur mesurée - Incertitude

Valeur mesurée + Incertitude



Ensemble des valeurs attribuables au mesurande



Estimation des incertitudes de mesure

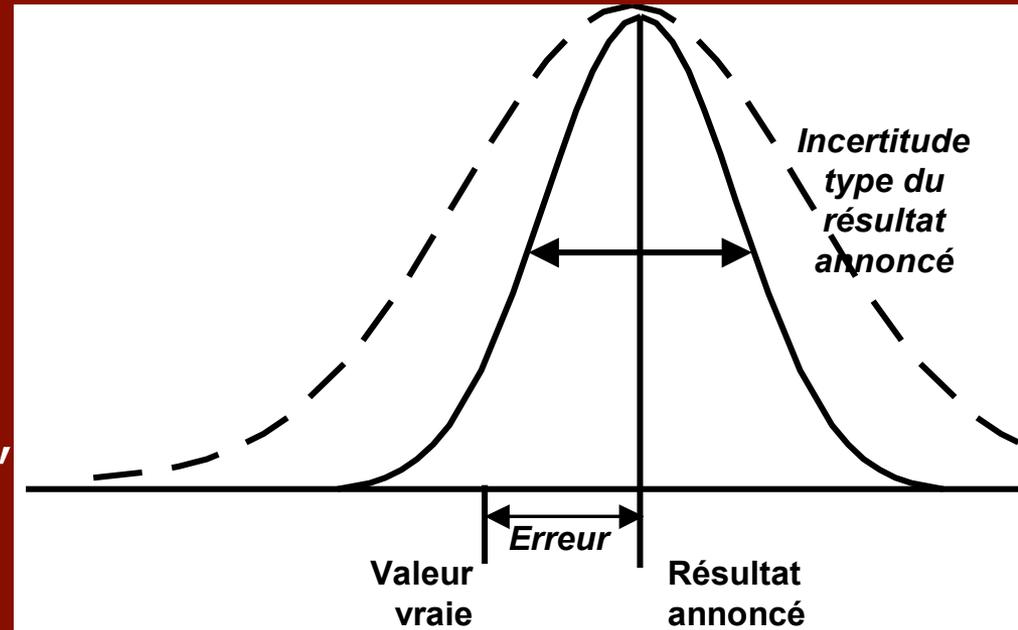
Dispersion d'un processus de mesurage

Approche traditionnelle :
les « 5 M »

- Milieu
- Moyen
- Méthode
- Main d'œuvre
- Matière

D'autres « M » sont possibles,
voire souhaitable :

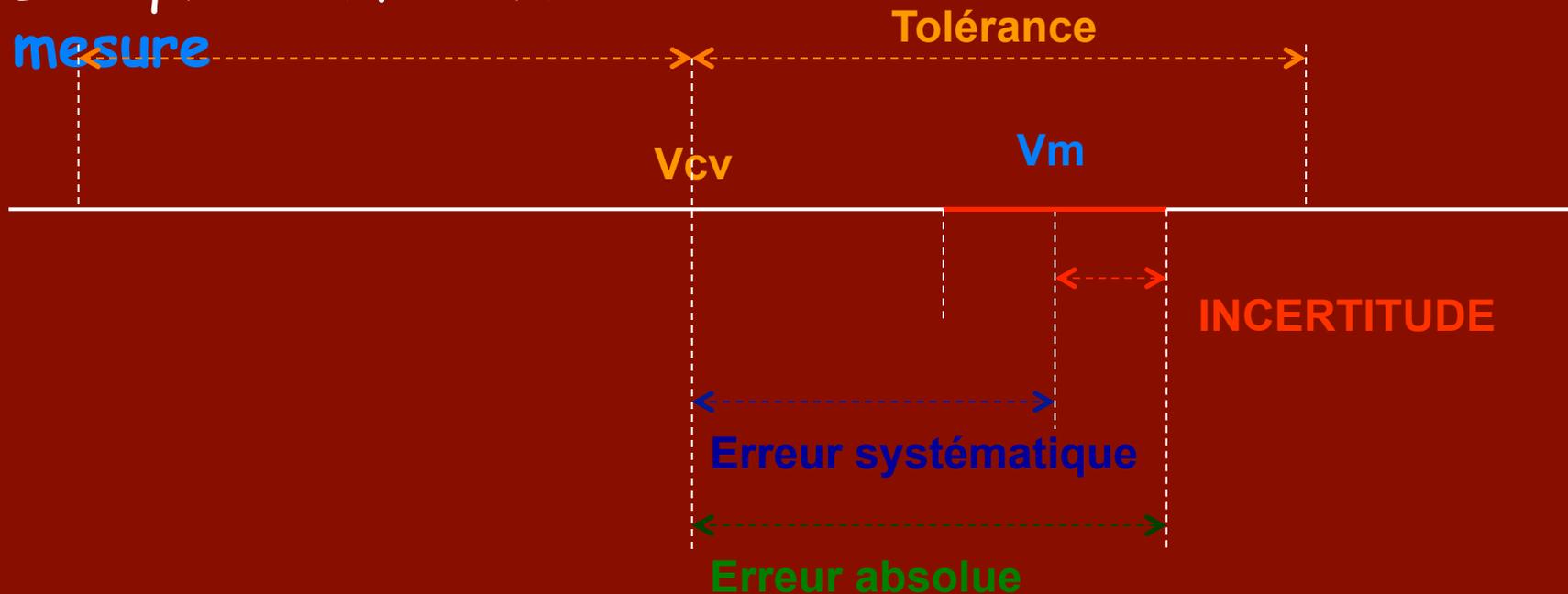
- Marché
- Management
- Monnaie



Estimation des incertitudes de mesure

Qu'est-ce qu'une incertitude de mesure ?

Lorsque l'on fait une mesure



V_{cv} = Valeur Conventionnellement Vraie

V_m = Valeur Mesurée



Estimation des incertitudes de mesure

Pourquoi estimer les incertitudes de mesure ?

Des règlements l'imposent :

- ISO 17025 (accréditation) «... les rapports d'essais doivent inclure une déclaration relative à l'incertitude de mesure ... »
- ISO 11465 (détermination d'humidité) «...peser à 1 mg près...»
- ... et bientôt l'ISO 9001



Estimation des incertitudes de mesure

Pourquoi estimer les incertitudes de mesure ?

Des clients le demandent :

- pour des **publications**

exemple: $(36,2 \pm 0,5)$ mg de cadmium / g de sol

- pour **comparer des résultats**

exemple: teneur en calcium dans un même échantillon

date 1 : **5,24** mg / kg

date 2 : **4,92** mg / kg



Estimation des incertitudes de mesure

Pourquoi estimer les incertitudes de mesure ?

Elles aident le laboratoire à prendre des **décisions** pour :

- **justifier** ou non une **réclamation** client sur un résultat rendu
- déclarer un équipement **CONFORME** ou **NON CONFORME** après une vérification
- **Choisir le bon équipement** pour une analyse

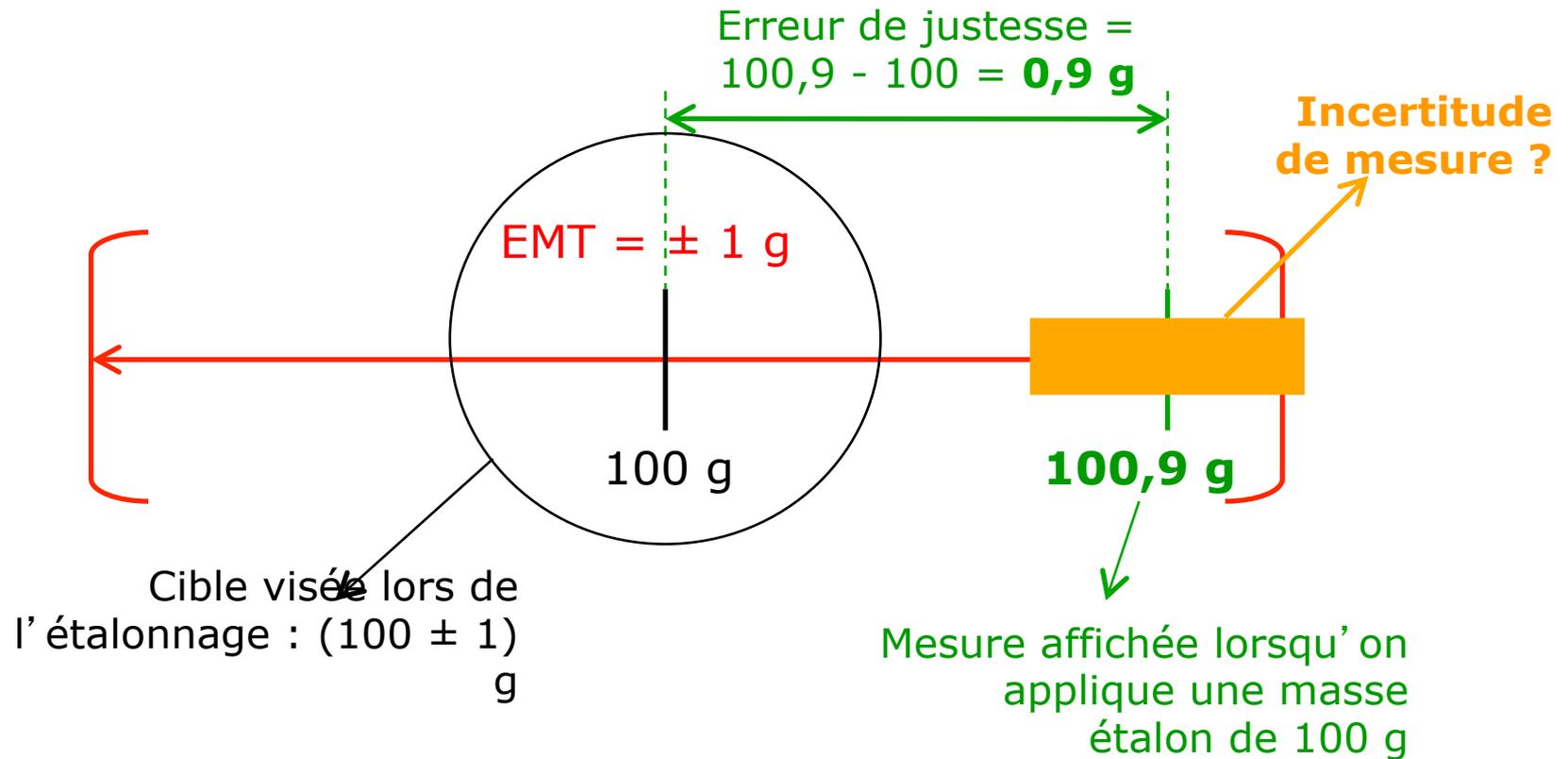


- Contexte et enjeux liés à la métrologie
- Notions de vocabulaire spécifique à la métrologie
- Notions d'incertitude de mesure
- **Déclaration de conformité**
- Vérification métrologique d'une balance de précision

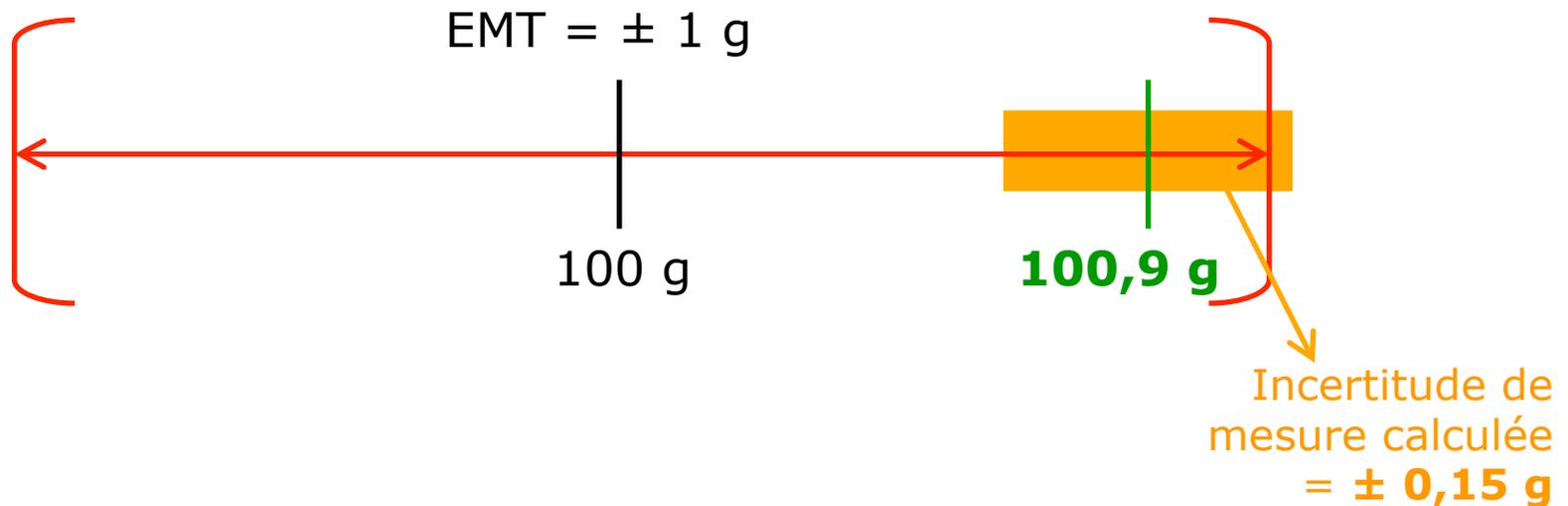


Déclaration de conformité

La métrologie : outil de décision



Déclaration de conformité



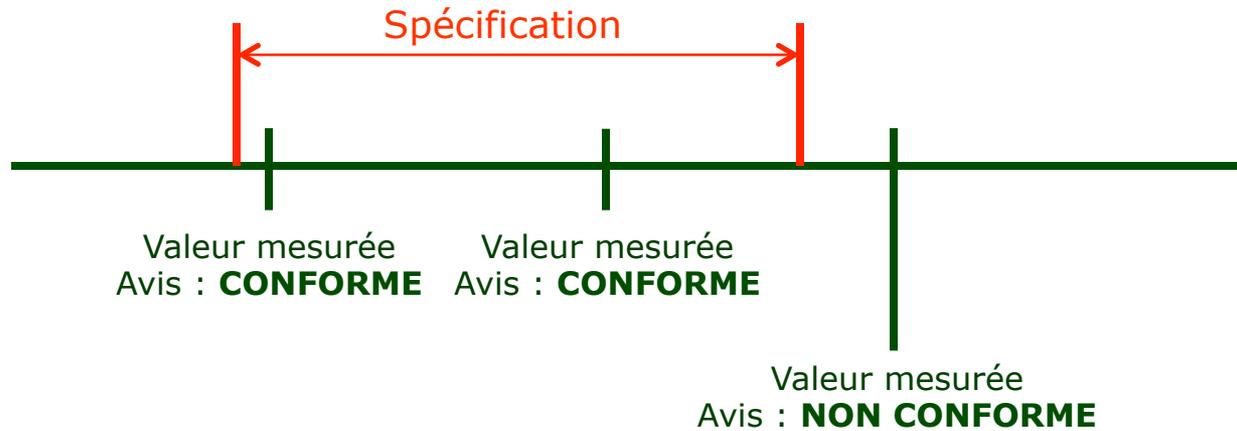
Erreur de justesse : Mesure lue – Etalon associé à l'incertitude :

$0,9 - 0,15 = 0,75$ g cas favorable : Vérification **CONFORME**

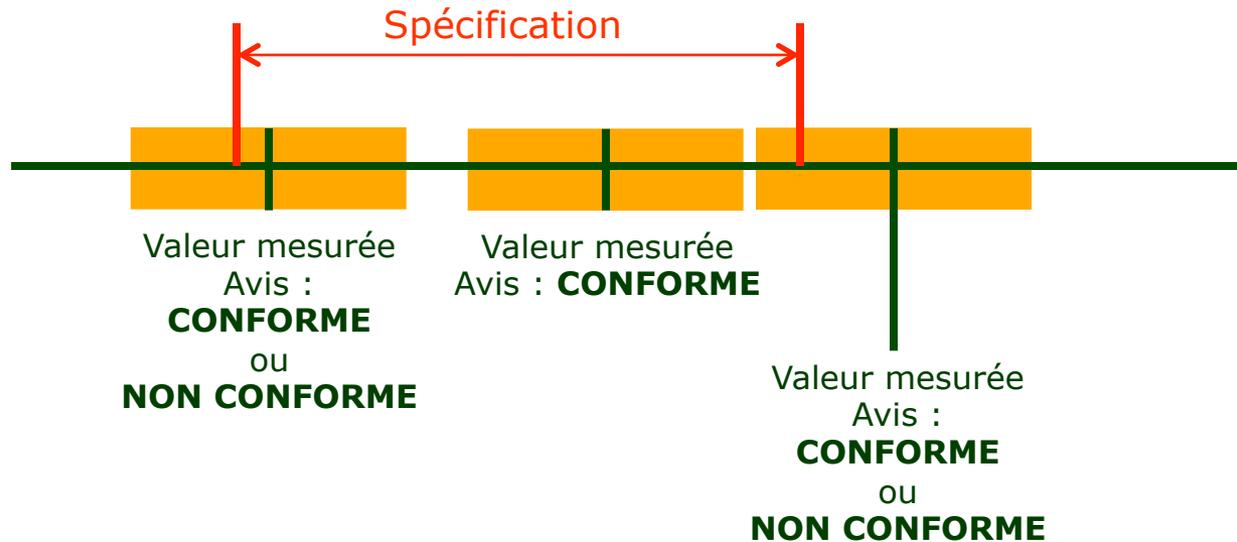
$0,9 + 0,15 = 1,05$ g cas défavorable : Vérification **NON CONFORME**



Déclaration de conformité

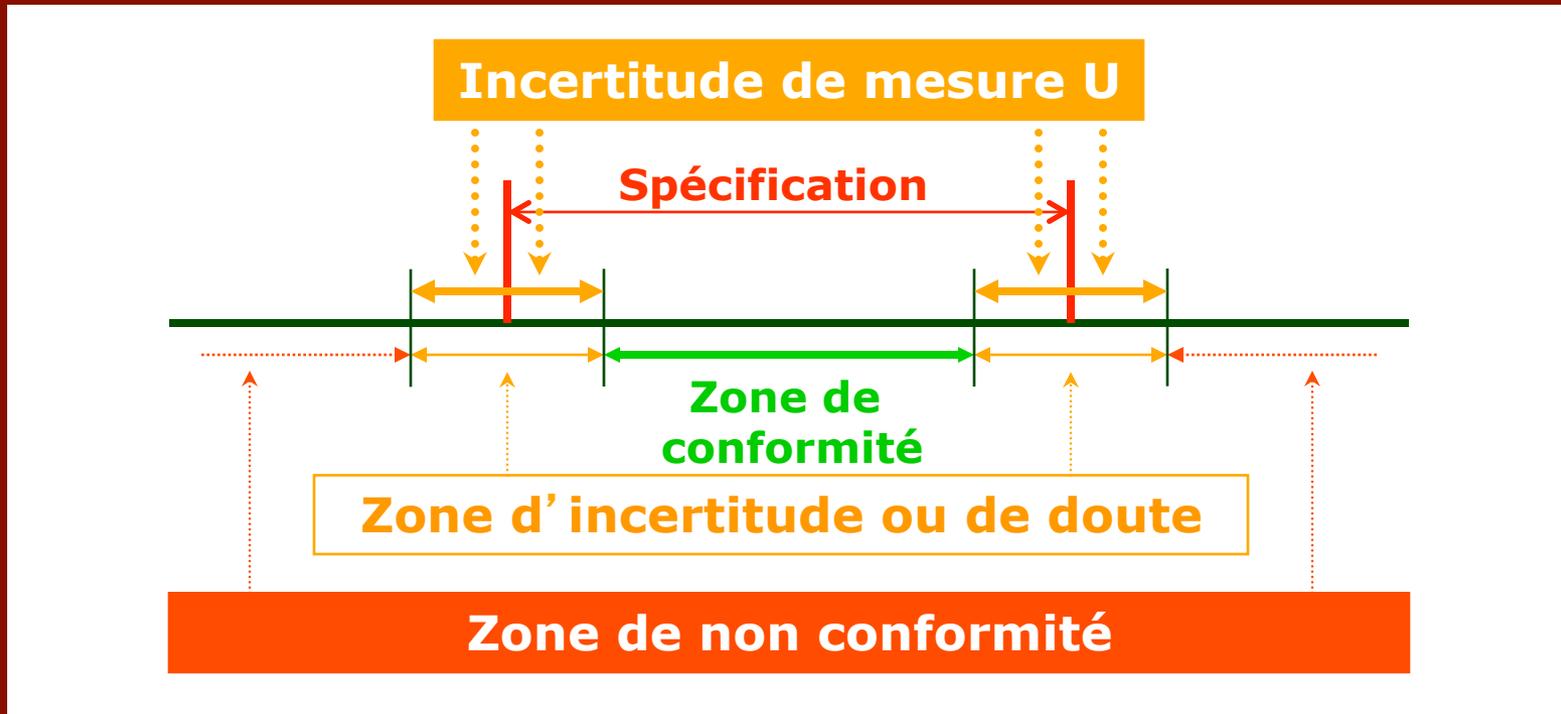


Déclaration de conformité



Déclaration de conformité

Norme ISO 14253-1



- Contexte et enjeux liés à la métrologie
- Notions de vocabulaire spécifique à la métrologie
- Notions d'incertitude de mesure
- Déclaration de conformité
- Vérification métrologique d'une balance de précision

