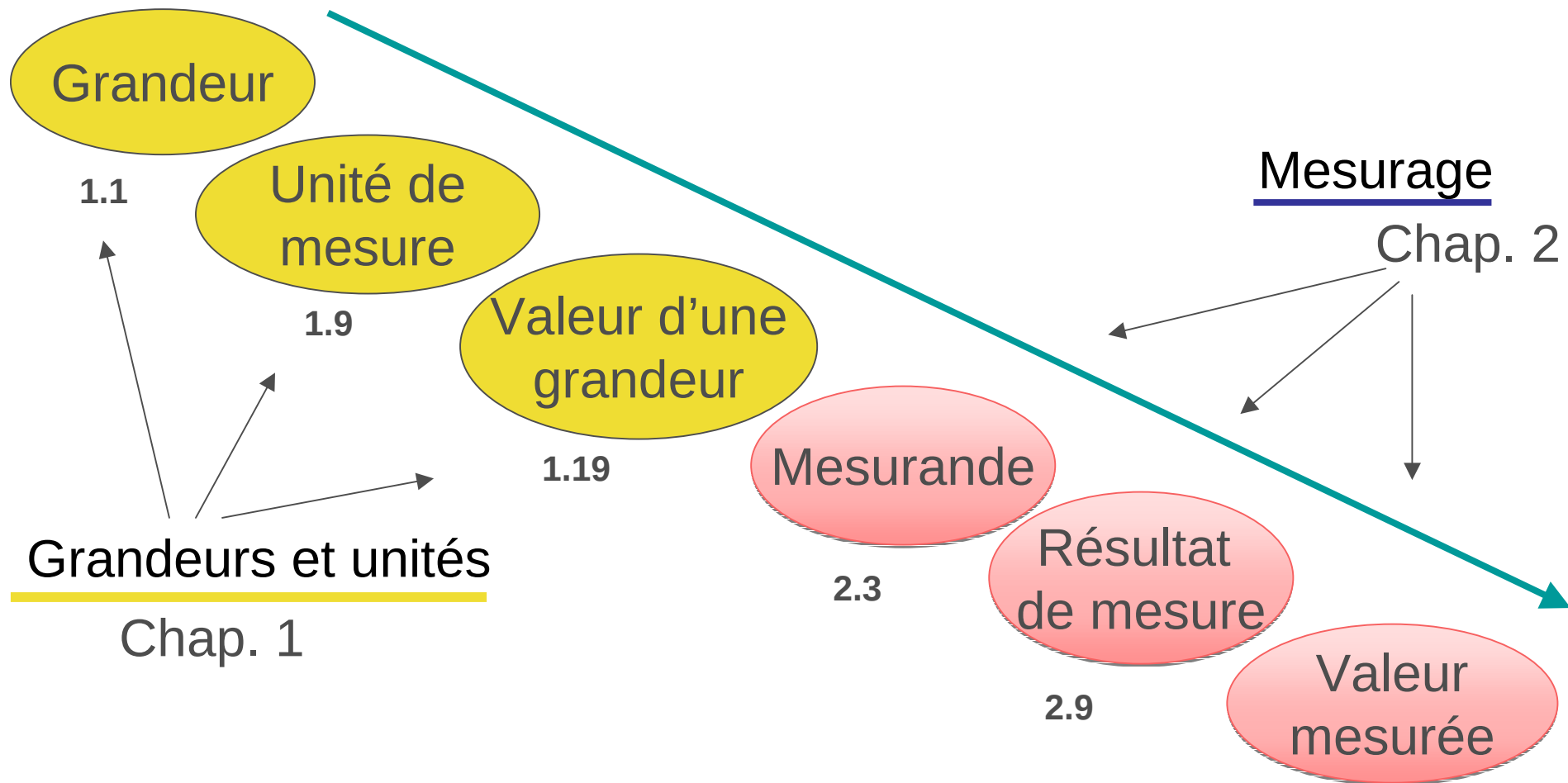


Définitions et concepts métrologiques

Marc Priel

Laboratoire national de métrologie et d'essais

Les concepts de base



Vocabulaire international de métrologie – concepts fondamentaux et généraux
et termes associés (VIM) 3^{ème} édition

Les concepts de base : grandeur (VIM 1.1)

- Qu'est qui peut faire l'objet de mesure ?
- Grandeur (1.1)
 - ✓ Propriété d'un phénomène, d'un corps ou d'une substance, que l'on peut exprimer quantitativement sous forme d'un nombre et d'une référence
 - La référence peut être une unité de mesure, une procédure de mesure, un matériau de référence ou une de leur combinaisons (note 2)

nombre + référence

Les concepts de base : Grandeur ordinale (VIM 1.26)

- **Attention il existe des grandeurs qui n'ont ni unité de mesure, ni dimension**
- **Grandeur ordinale, grandeur repérable**
 - ✓ Grandeur définie par une procédure de mesure adoptée par convention, qui peut être classée avec d'autres grandeurs de même nature selon l'ordre croissant ou décroissant de leur expressions quantitatives, mais pour lesquelles aucune relation algébrique entre ces grandeurs n'existe
 - ✓ Exemples Dureté C de Rockwell, indice d'octane, niveau subjectif de douleur...

Les concepts de base : unité de mesure (VIM 1.9)

■ Unité de mesure

- ✓ Grandeur scalaire réelle, définie et adoptée par convention, à laquelle on peut comparer toute autre grandeur de même nature pour exprimer le rapport des deux grandeurs sous la forme d'un nombre
- ✓ $\text{Grandeur} / \text{Unité} = \text{nombre}$
- ✓ $\text{Grandeur} = \text{nombre} \times \text{unité}$

Les concepts de base : valeur d'une grandeur (VIM 1.19)

■ Valeur d'une grandeur

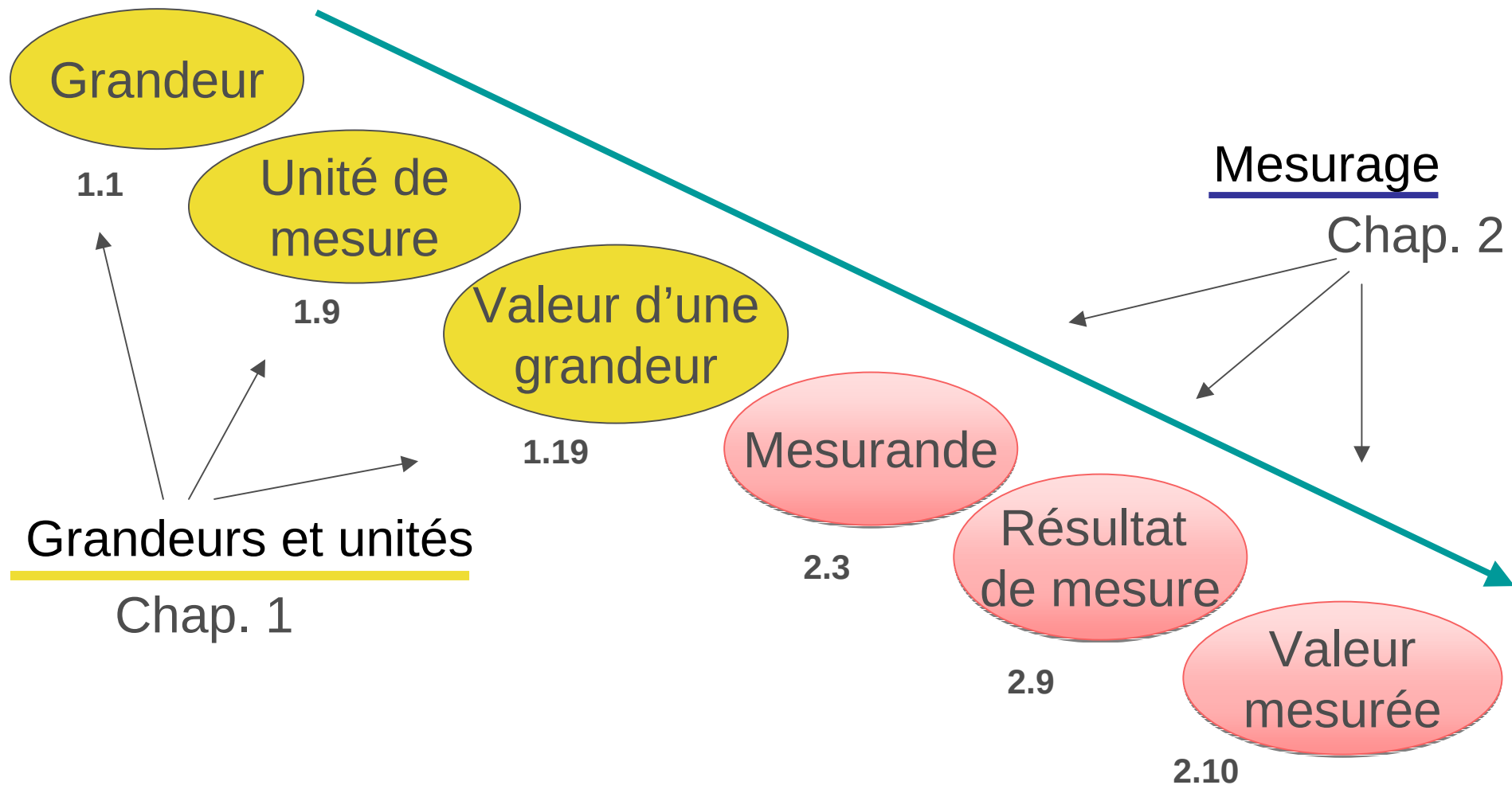
- ✓ Ensemble d'un nombre et d'une référence constituant l'expression quantitative d'une grandeur

Les concepts de base : valeur d'une grandeur (VIM 1.19)

Valeur d'une grandeur = nombre, référence

La référence peut être	Exemples
Une unité de mesure	Masse d'un corps donné : 152 g
(grandeur sans dimension)	Indice de réfraction d'un verre
Procédure de mesure	Dureté C de Rockwell d'un spécimen donné (charge de 1471 N) : 43,5HRC
Matériau de référence	Concentration arbitraire en quantité de matière de lutropine dans un spécimen donné de plasma (étalon international 80/552 de l'OMS) : 5,0 UI/l

Les concepts de base



■ Mesurage, mesure

- ✓ Processus consistant à obtenir expérimentalement une ou plusieurs valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur
- ✓ Attention le mesurage ne s'applique pas aux propriétés qualitatives

Les concepts de base : Mesurande (VIM 2.3)

■ Mesurande

- ✓ Grandeur que l'on veut mesurer
- ✓ Attention : la grandeur mesurée peut différer du mesurande. Dans ce cas, une correction appropriée est nécessaire
 - Exemple longueur d'un étalon à 20°C mesuré à 23 °C
- ✓ Dans l'édition précédente (VIM2) la définition était grandeur particulière soumise à mesurage

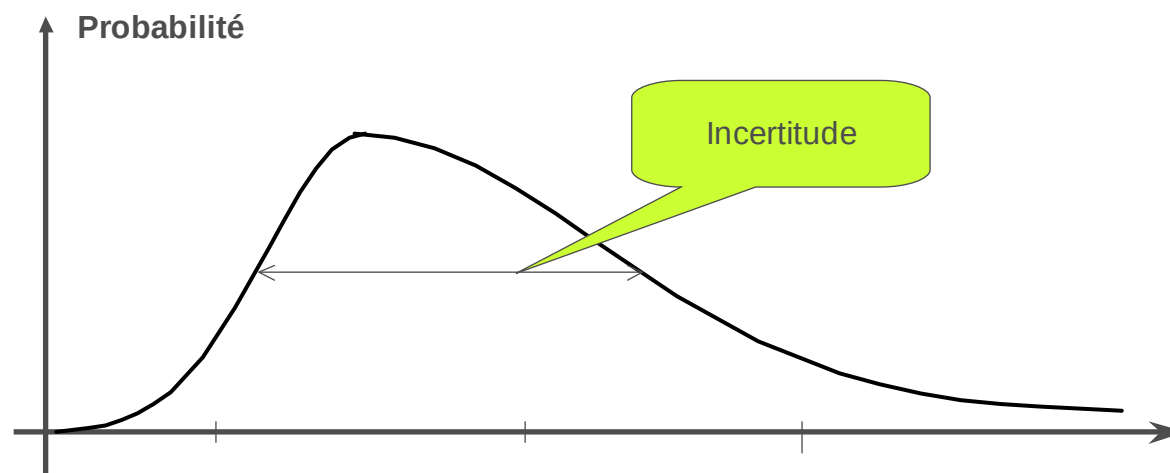
Résultat de mesure (VIM 2.9)

- Ensemble de valeurs attribuée à un mesurande complété par toute autre information pertinente disponible

Le résultat de mesure n'est pas une valeur unique, mais une distribution de valeurs

Note 1 : fonction de densité de probabilité

Note 2 : une valeur mesurée unique et une incertitude de mesure



Les concepts de base : Valeur mesurée (VIM 2.10)

Valeur mesurée

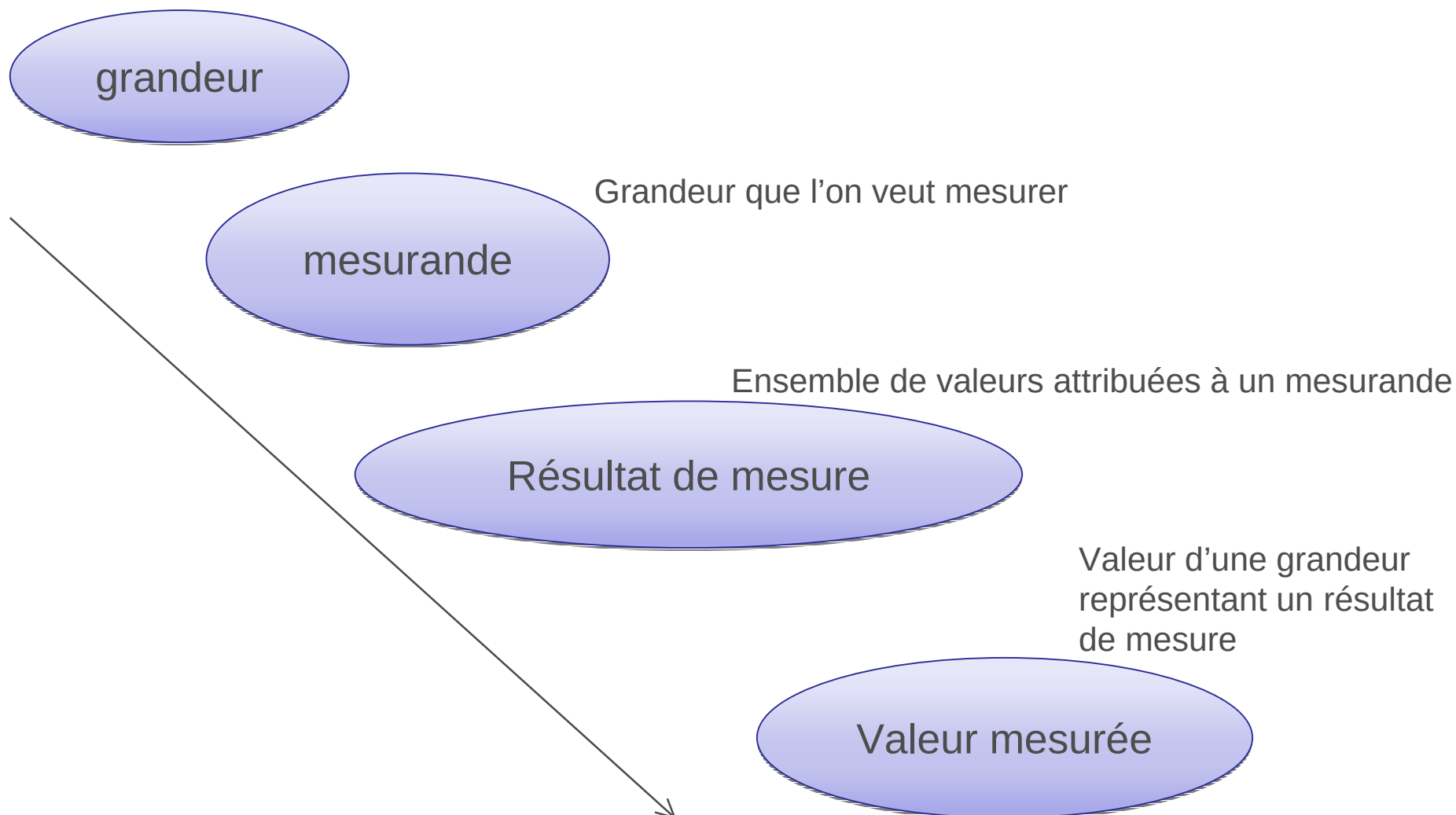
Valeur d'une grandeur représentant un résultat de mesure



Ensemble d'un nombre
et d'une référence constituant
l'expression quantitative
d'une grandeur (VIM 1.19)

Ensemble de valeurs
Attribuées à un mesurande
Complété par toute autre
Information pertinente (VIM 2.9)

De la valeur mesurée à la grandeur



Quelles approches pour une description d'un mesurage ?

Mesurage

Processus consistant à obtenir expérimentalement une ou plusieurs valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur

→ Approche classique

Existence de la valeur vraie unique ?

→ Approche incertitude

Approche classique

- On admet l'existence d'une valeur vraie unique et impossible à connaître
- L'objectif est de déterminer une estimation de la valeur vraie qui soit aussi proche que possible de cette valeur vraie unique

Approche classique

- L'écart par rapport à la valeur vraie est constitué d'erreurs (systématiques et aléatoires)
- Pour corriger les erreurs systématiques on applique des corrections (imparfaites) pour diminuer les erreurs aléatoire on répète les observations et on calcule des moyennes

Approche classique : Valeur vraie (VIM 2.11)

valeur d'une grandeur compatible
avec la définition de la grandeur

Approche classique

Unique et en pratique
impossible à connaître

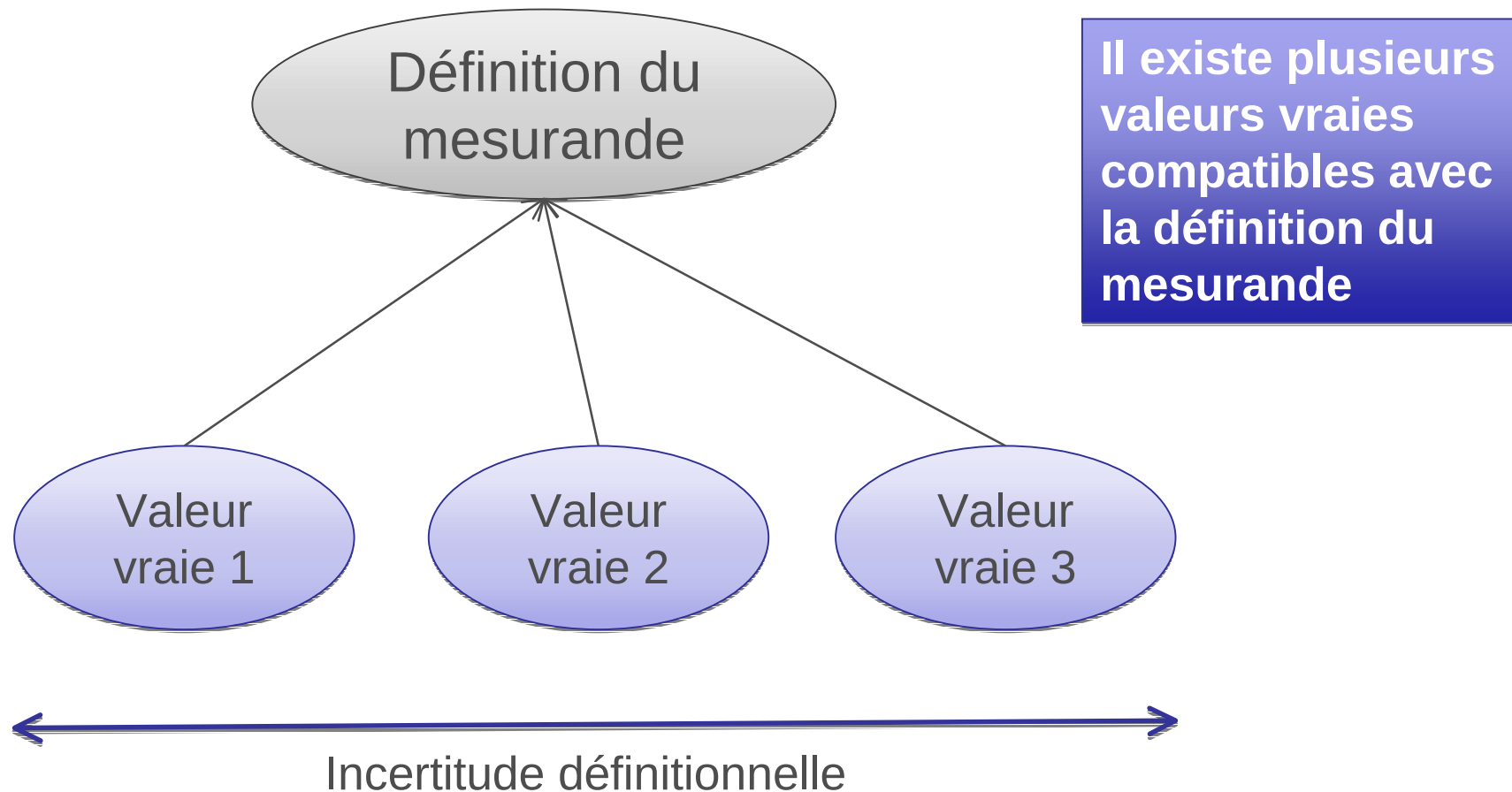
Approche incertitude

Comme on ne peut pas
donner une infinité
de détails sur la définition
de la grandeur, il existe
un ensemble de valeurs
vraies compatibles avec la
définition

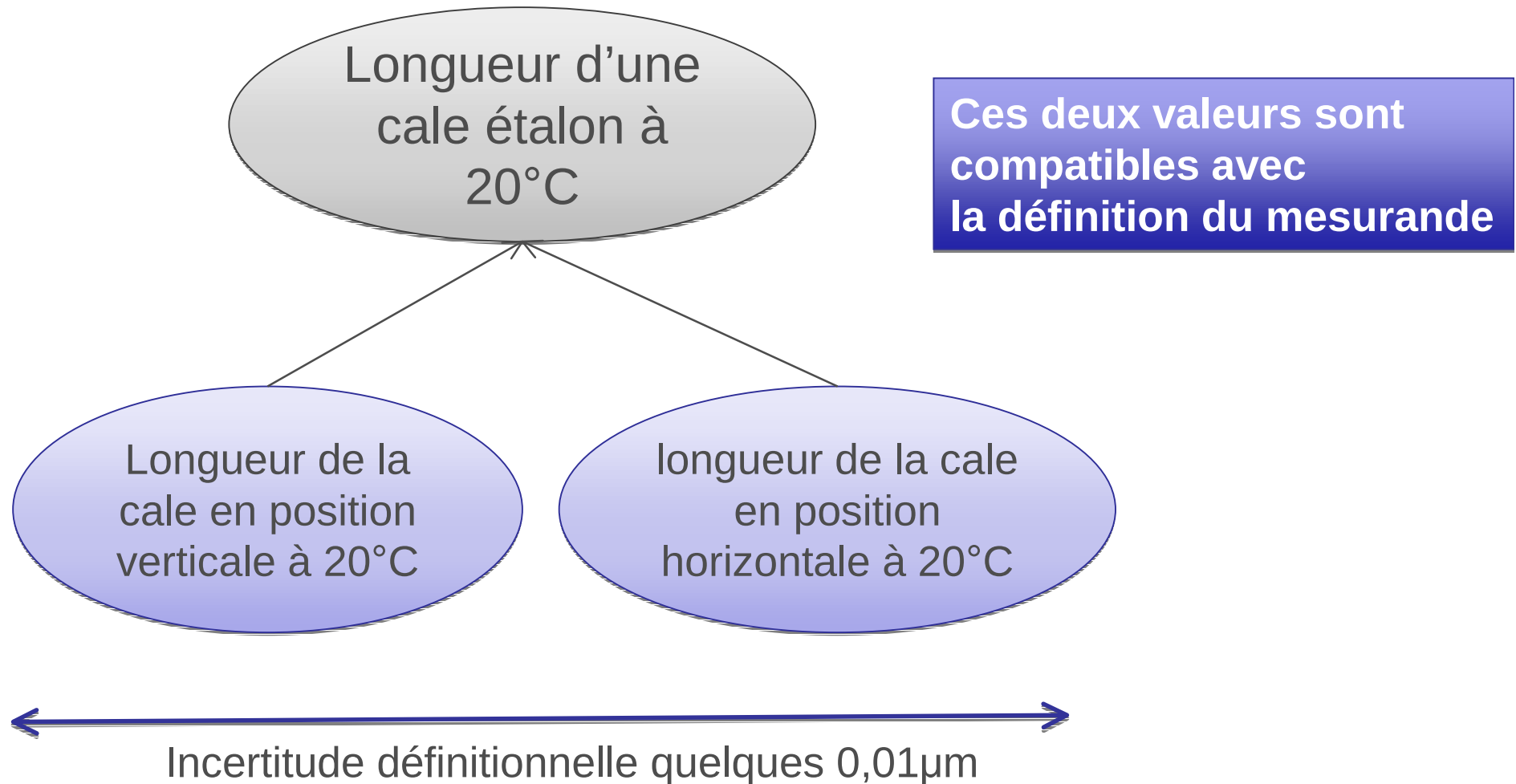
Approche classique : Valeur vraie

- Introduction d'un nouveau concept :
- l'incertitude définitionnelle (VIM 2.27)
 - ✓ Composante de l'incertitude de mesure qui résulte de la quantité finie de détails dans la définition d'un mesurande

Incertitude définitionnelle



Incertitude définitionnelle



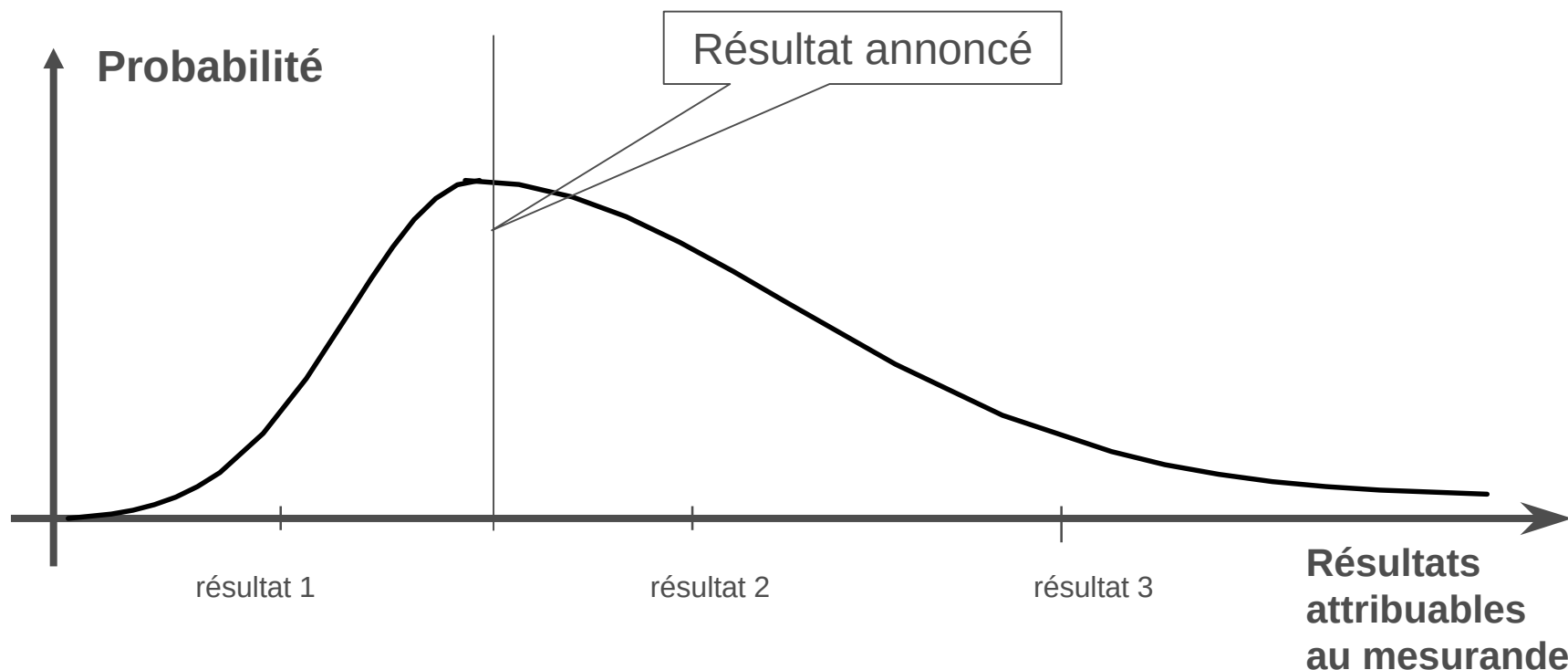
Approche incertitude

- Le but n'est plus de déterminer une valeur vraie le mieux possible, mais on suppose que l'information obtenue lors du mesurage permet seulement d'attribuer au mesurande un intervalle de valeurs raisonnables

Le concept de résultat de mesure

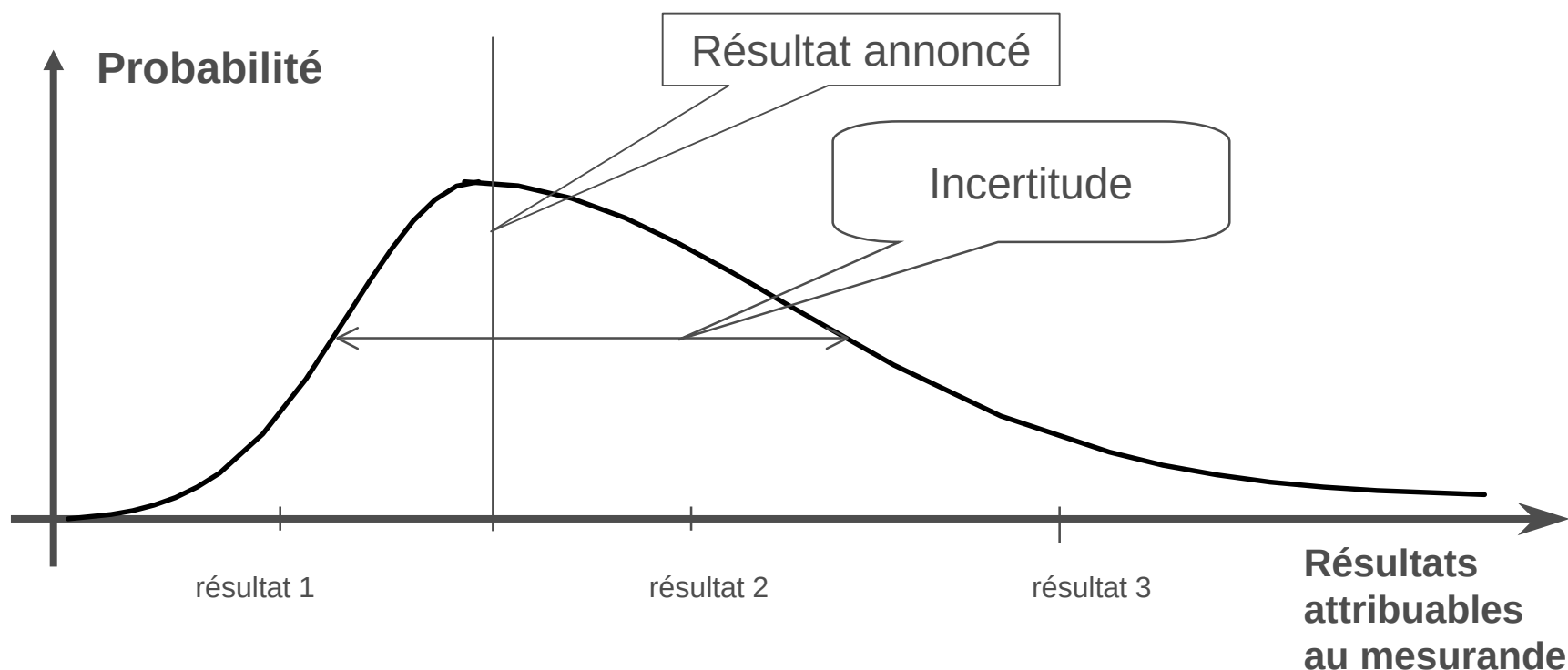
Le résultat de mesure n'est pas une valeur unique, mais une distribution de valeurs

Definition : ensemble de valeurs attribuées à un mesurande complété par tout autre information pertinente disponible (Guide ISO/CEI 99? VIM 2.9, 3ème édition 2007).



Le concept d'incertitude de mesure

Définition : paramètre qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un mesurande, à partir des informations utilisées (VIM 2.27, 2007)



Pourquoi faut-il annoncer une incertitude avec les résultats de mesure ?

[...] Lorsque l'on rend compte du résultat d'un mesurage d'une grandeur physique, il faut obligatoirement donner une **indication quantitative** sur la **qualité du résultat** pour que ceux qui l'utiliseront puissent estimer sa fiabilité.

En l'absence d'une telle indication, les résultats de mesure ne peuvent plus être **comparés entre eux**, soit **par rapport à des valeurs de référence** données dans une spécification ou une norme[...]. (Extrait de l'introduction du GUM)



■ **Merci pour votre attention**

Eléments bibliographiques

- Guide International Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM), document téléchargeable sur le site du Bureau International des Poids et Mesures www.bipm.org/fr/publications/guides/vim.html
- Marc Priel, Vocabulaire de la métrologie, Techniques de l'ingénieur, R 115-1
- Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, NF ENV 13005, document également téléchargeable sur le site du Bureau International des Poids et Mesure. www.bipm.org/fr/publications/guides/gum.html
- Michèle Désenfant, Marc Priel, Cédric Rivier, Evaluation des incertitudes des résultats d'analyse, Techniques de l'ingénieur, P 105-1
- Marc Priel, Soraya Amarouche, Paola Fisicaro, Mesures hydrologiques et incertitudes : Les différentes méthodes d'évaluation des incertitudes de mesure, La Houille Blanche N° 3-2009