La **métrologie** est la « science des [**mesurages**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mesurage_%28m%C3%A9trologie%29) et ses applications ; elle comprend tous les aspects théoriques et pratiques des mesurages, quels que soient **l'**[**incertitude de mesure**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Incertitude_de_mesure) et le domaine d'application ».

Notes :

1. Un mesurage est un processus qui permet d'obtenir une ou plusieurs valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur ou mesurande. Exemple grand-public : soit à mesurer la masse d'une personne avec un pèse-personne du commerce, une seule montée sur la balance donne 75,6 kg, ici la grandeur à mesurer ou le mesurande est la masse de l'individu et le mesurage donne la valeur unique de 75,6 kg. Si l'opération est reprise quatre fois, on aura finalement cinq valeurs (avec la première) qui pourraient être les suivantes : 75,6 ; 75,9 ; 76 ; 75,6 ; 75,4 ;
2. l'incertitude de mesure, succinctement, est la [dispersion](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dispersion_statistique) des valeurs attribuées à une grandeur mesurée ou mesurande. Dans l'exemple précédent, on peut dire en première approche que l'étendue de la dispersion est de 76 - 75,4 (différence entre la valeur maximum et la valeur minimum de l'expérience), soit 0,6 kg ;
3. Le domaine d'application concerne toute entité susceptible d'effectuer des mesures quantitatives. On peut y trouver la biologie médicale, la chimie pure et appliquée, l'électronique, la physique pure et appliquée… et bien sûr les organismes de métrologie;
4. **Les types de métrologie**

**1.1 Métrologie scientifique**

Au niveau international, la « métrologie scientifique » est la partie de la métrologie qui est chargée de définir les unités de mesure, de les réaliser (étalons), de les comparer entre pays, de les conserver et de les disséminer dans les pays membres. C'est essentiellement le domaine du [Bureau international des poids et mesures](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bureau_international_des_poids_et_mesures) (BIPM) (figure 1). Le BIPM et les laboratoires nationaux de métrologie associés ont la charge du [Système International d'unités](https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_International_d%27unit%C3%A9s) (SI), clef de l'uniformité mondiale des mesures et l'une des bases indiscutables du monde industrialisé.



*Figure1 : Sceau original du BIPM*

Pour assurer cette mission d'unification le BIPM est chargé :

* D’établir les étalons fondamentaux et de conserver les prototypes internationaux ;
* D’effectuer la comparaison des étalons nationaux avec les étalons internationaux ;
* D’organiser des comparaisons internationales au niveau des étalons nationaux ;
* D’assurer la coordination des techniques de mesures correspondantes ;
* D’effectuer et de coordonner les déterminations relatives aux constantes physiques fondamentales ;
* D’organiser des réunions scientifiques visant à identifier les évolutions futures du système mondial de mesure ;
* D'informer, par le biais de publications et de réunions, la communauté scientifique, les décideurs et le grand public sur les questions liées à la métrologie et à ses avantages[10](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9trologie#cite_note-13).

Les travaux scientifiques des laboratoires du BIPM se répartissent en fonction des unités SI : masse, temps et fréquences, longueurs, électricité, photo- et radiométrie, rayonnements ionisants, température, quantité de matière…

Le BIPM n'est soumis qu'à la surveillance du CIPM, lui-même placé sous l'autorité de la CGPM.

**1.2 Métrologie légale**

La métrologie légale désigne l’application d’exigences réglementaires à des mesurages et à des instruments de mesure.

Au niveau international, elle est pilotée par l'[Organisation internationale de métrologie légale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisation_internationale_de_m%C3%A9trologie_l%C3%A9gale) (OIML) en relation avec le BIPM.

Au niveau national, elle est pilotée par la Direction Générale des Entreprises (DGE) qui a été créée par décret le 16 septembre 2014. La DGE, dans le domaine de la métrologie donne des indications sur la métrologie industrielle, la réglementation, les organismes agrées ou désignés pour la vérification des instruments de mesure.

La métrologie légale concerne toutes les activités de mesurage relevant d'exigences définies par une réglementation. Ce sont, par exemple :

* Les mesurages effectuées dans le cadre de transactions commerciales : mesurage du volume de carburant distribué en station service et affiché par les pompes ; mesurage des quantités de produits pré-emballés et respect des normes les concernant ; pesage des produits et affichage des indications des balances ; mesurage de l'énergie électrique consommée et affichée par les compteurs…
* les mesurages effectuées pour définir le prix d'une taxe ou l'importance d'une sanction : [cinémomètres](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A9mom%C3%A8tre) , les fameux radars automobile, éthylomètres…
* Les mesures des rejets de polluants : analyseur de gaz d'échappement de véhicule automobile…
* Les mesures liées à la santé : pharmacie, appareils enregistreurs de tous types…

La métrologie légale inclut quatre activités principales :

* L’établissement des exigences légales ;
* Le contrôle/l'évaluation de la conformité de produits réglementés et d'activités réglementées ;
* La supervision des produits réglementés et des activités réglementées ;
* La mise en place des infrastructures nécessaires à la traçabilité des mesures réglementées et des instruments de mesure.

**1.3 La métrologie industrielle**

La métrologie est intégrée dans la fonction qualité de l'entreprise. On peut distinguer :

* La métrologie opérationnelle, qui intervient directement dans les processus de production, sous la responsabilité conjointe des méthodes, des opérationnels et de la fonction qualité ;
* La [fonction métrologie](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9trologie_dans_l%27entreprise#La_fonction_m.C3.A9trologie)  qui est chargée du suivi métrologique des moyens de mesurage.

Les entreprises de production et les laboratoires opérationnels utilisent des instruments de mesure. Ils doivent s'assurer, dans le cadre des échanges « clients - fournisseurs » du suivi métrologique de leurs instruments. Dans ce cadre, ils sont amenés à entretenir des relations métrologiques avec les instances nationales, soit directement, soit par l'intermédiaire d'organismes de métrologie légale ou de laboratoire d'essais et d'étalonnage accrédités. La série des normes [ISO 9001](https://fr.wikipedia.org/wiki/ISO_9001) fixent aussi les procédures à respecter par les entreprises dans le domaine de la métrologie.

Pour l'entreprise, il s'agit tout d'abord de se situer sur le plan national. Le système mis en place par le [Comité français d’accréditation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%A9_fran%C3%A7ais_d%E2%80%99accr%C3%A9ditation) (COFRAC) pour le raccordement des étalons de référence et des instruments de mesure de l'entreprise aux étalons nationaux est constitué de trois niveaux (figure 2):

1. Au niveau supérieur : le laboratoire national chargé de la conservation des étalons nationaux, dits ici primaires ;
2. Au niveau intermédiaire : les organismes accrédités à effectuer le transfert vers l'industrie par des étalons dits secondaires ;
3. Au niveau inférieur : les opérationnels, soit les industriels et les laboratoires de métrologie qui doivent faire étalonner leurs étalons de référence et autres instruments ne pouvant être étalonnés dans leur propre métrologie.



*Figure2 : Schéma directeur d’une chaîne d’étalonnage industriel*

1. **Vocabulaire de la métrologie**

Dans le vocabulaire officiel des normes de métrologie, cette opération communément appelée mesure est appelée mesurage (en anglais measurement).

De même, la grandeur physique soumise à l’opération de mesurage est appelée mesurande (en anglais measurand).

Attention aux faux amis, l’opération d’étalonnage (en anglais calibration) doit être distinguée de celle appelée calibrage (en anglais gauging).

Il ne faut pas utiliser le terme précision mais le terme incertitude (en anglais uncertainty).

**2.1. La mesure d’une grandeur physique**

On appelle grandeur physique toute propriété de la nature qui peut être quantifiée par la mesure ou le calcul, et dont les différentes valeurs possibles s'expriment à l'aide d'un nombre généralement accompagné d'une unité de mesure.

Ainsi par exemple, la masse et la longueur sont des grandeurs qui s'expriment respectivement en kilogramme et en mètre (ou en multiples de ces unités de base), alors que l'indice de réfraction d'un milieu s'exprime à l'aide d'un nombre sans unité et constitue une grandeur sans dimension.

L'addition et la soustraction de nombres n'est possible que s'ils sont relatifs à la même grandeur.

En revanche, il est possible de multiplier ou de diviser des grandeurs différentes, auquel cas on obtient une nouvelle grandeur dérivée des deux autres. Par exemple, la vitesse est issue de la division de la longueur par le temps. Il existe donc théoriquement une infinité de grandeurs, mais seul un certain nombre d'entre elles sont utilisées dans la pratique. Le domaine de la physique qui traite des relations entre les grandeurs est l'analyse dimensionnelle.

On écrira le résultat d’une mesure d’une grandeur sous la forme:

**X = {X} · [X]**

 où X est le nom de la grandeur physique, [X] représente l’unité et {X} est la valeur numérique de la grandeur exprimée dans l’unité choisie.

Toute grandeur physique est invariante, c’est-à-dire qu’elle ne dépend pas de l’unité dans laquelle on l’exprime. Par exemple:

longueur d’une règle = 30,48 cm = 0,3048 m =12 pouces = 1,646·10−4mille marin.

On remarque que la valeur numérique dépend de l’unité choisie. En conséquence, celle-ci doit toujours être précisée.

**2.2 Définitions**

**2.2.1 La grandeur physique (X)** : Paramètre qui doit être contrôlé lors de l’élaboration d'un produit ou de son transfert. Exemple : pression, température, niveau.

**2.2.2 Le mesurage :** C'est l'ensemble des opérations ayants pour but de déterminer la valeur d'une grandeur physique.

**2.2.3 La mesure (x) :** C'est l’évaluation d'une grandeur par comparaison avec une autre grandeur de même nature prise pour unité. Exemple : Une longueur de 2 mètres, une masse de 400 grammes, un temps de 6 secondes.

**Remarque :** On ne peut pas mesurer une masse avec des mètres, ce n'est pas homogène.

**2.2.3 L'incertitude (dx) :** Le résultat de la mesure (x) d'une grandeur (X) n'est pas complètement défini par un seul nombre. Il faut au moins la caractériser par un couple (x, dx) et une unité de mesure. dx est l'incertitude sur x. Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure.

Ainsi, on a **: x-dx < X < x+dx.**

**Exemple :** 3 cm ±10%, ou 5m ±1cm.

**2.2.4 Erreur absolue (e)** : C'est le résultat d'un mesurage moins la valeur vraie de la grandeur physique. Une erreur absolue s'exprime dans l'unité de la mesure.

**e = x-X.**

**Exemple :** Une erreur de 10 cm sur une mesure de distance.

**2.2.5 Erreur relative (er) :** C'est le rapport de l'erreur de mesure à la valeur vraie de la grandeur physique. Une erreur relative s'exprime généralement en pourcentage de la grandeur mesurée.

**er = e /X ;**

**er % = 100× er**

Exemple : Une erreur de 10 % sur une mesure de distance (10 % de la distance réelle).

1. **Organismes liés à la métrologie**

**3.1 Au niveau international**

* le **BIPM** [Bureau international des poids et mesures](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bureau_international_des_poids_et_mesures) situé au [Pavillon de Breteuil](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pavillon_de_Breteuil) à [Sèvres](https://fr.wikipedia.org/wiki/S%C3%A8vres), créé par le traité diplomatique de la [Convention du Mètre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Convention_du_M%C3%A8tre). Il y a 55 États-membres du BIPM et 41 Associés à la **CGPM** (au 1er janvier 2015) ;
* le **CIPM** [Comité international des poids et mesures](https://fr.wikipedia.org/wiki/Comit%C3%A9_international_des_poids_et_mesures) ;
* la **CGPM** [Conférence générale des poids et mesures](https://fr.wikipedia.org/wiki/Conf%C3%A9rence_g%C3%A9n%C3%A9rale_des_poids_et_mesures), la plus haute autorité mondiale en métrologie ;
* l'**ILAC** (International Laboratory Accreditation Co-operation) ;
* l'**EA** (European coopération for accréditation);
* l'**OIML** [Organisation internationale de métrologie légale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisation_internationale_de_m%C3%A9trologie_l%C3%A9gale) ;
* le [**CODATA**](https://fr.wikipedia.org/wiki/CODATA) Committee on Data for Science and Technology ;
* l'**IMEKO** (International Measurement Confederation) ;
* l'**IAF** (International Accreditation Forum).
	1. **Au niveau national**
* Avant 1962 : Service des Poids et Mesures.
* 1962 à 1980 : Service des instruments de Mesure (rattachés aux directions de  l’Industrie et  de l’énergie).
* 1980 à 1986 : Sous direction des instruments de mesure de wilaya.
* 1986 : Création de l’Office National de Métrologie Légale.
* 2002 : Conseil National de Métrologie crée par décret exécutif N°02‐220 du 20 juin 2002.