

## **AVANT-PROPOS**

Dans sa volonté de contribuer à la diffusion des bonnes pratiques autour de la mesure et de la métrologie, le Collège Français de Métrologie répond régulièrement aux questions qui lui sont posées. Pour cela, il met à profit un réseau d'experts et de spécialistes qui selon les sujets sont à même de répondre que ce soit à des questions sur l'organisation de la métrologie en France et dans le monde, à des définitions autour de la terminologie utilisée, aux normes et aux textes qui encadrent la pratique de la mesure, à des questions autour des bonnes pratiques concernant de la gestion d'un parc d'instruments et son optimisation, et enfin sur la pratique de la métrologie au quotidien.

Toutes ces questions et les réponses qui sont proposées par les experts du domaine sont accessibles sur le site du CFM dans une foire aux questions (FAQ). Sur la base de ces questions, nous avons réalisé une extraction de cinquante questions les plus récurrentes et les plus représentatives. Nous proposons dans ce document « La métrologie en 50 questions » de retrouver ces questions et les réponses proposées.

Sans volonté d'exhaustivité, ce document s'adresse à des non-spécialistes de la métrologie qui ont le souhait de se familiariser avec les principaux concepts, l'organisation et les bonnes pratiques autour de la métrologie. Il peut permettre aussi à des métrologues de se remettre en tête certaines définitions, certains concepts, en étant un point d'entrée, une invitation pour aller plus loin.

Pour faire ce travail, trois experts ont été principalement sollicités : Marc Priel, Bernard Larquier et Patrick Reposeur.

*Collège Français de Métrologie*

Nous les remercions donc vivement pour leur contribution et en particulier Marc Priel pour le travail de synthèse final pour réaliser ce document.

Nous vous souhaitons une bonne lecture !

## SOMMAIRE

1 - Qu'est-ce que la métrologie ?	1
2 - Comment est organisée la métrologie au niveau international ?	4
3 - Comment est organisée la métrologie au niveau français ?	6
4 - Un certificat du LNE est-il équivalent à un certificat du NIST ou de la PTB ?	7
5 - Qu'est-ce-que la métrologie légale ?	8
6 - Comment s'organise la métrologie légale au niveau international ?	9
7 - Quel est le point commun entre la métrologie légale et la métrologie industrielle ?	11
8 - Que sont le GUM et le VIM ?	13
9 - Quelles sont les normes qui traitent spécifiquement de la mesure et de la métrologie ?	15
10 - Quelles sont les exigences de l'ISO 9001 : 2015 relatives au processus de mesure et la métrologie ?	17
11 - Quelles sont les exigences principales de l'IATF16949 relatives à la mesure et la métrologie ?	19
12 - Quelles sont les actions à mener pour assurer la connaissance d'un parc métrologique ?	22
13 - Quelles sont les règles de classement des équipements de mesure ?	24
14 - Comment justifier qu'un instrument de mesure n'est pas un instrument critique ?	25
15 - Qu'est-ce qu'un étalonnage ?	26

16 - Qu'est-ce qu'une vérification ?	<b>28</b>
17 - Quelle est la différence entre un étalonnage et une vérification ?	<b>31</b>
18 - Quels sont les instruments concernés par un étalonnage ?	<b>32</b>
19 - Qu'entend-on par « surveillance par redondance métrologique » ?	<b>34</b>
20 - Comment me renseigner sur les essais d'aptitude ?	<b>35</b>
21 - Pourquoi dois-je participer à des essais interlaboratoires ?	<b>36</b>
22 - Qu'est-ce qu'une grandeur d'influence ?	<b>38</b>
23 - Qu'est-ce qu'une grandeur ordinale ?	<b>40</b>
24 - Qu'est-ce qu'une propriété qualitative ?	<b>42</b>
25 - Qu'est-ce que la « Capabilité » ?	<b>44</b>
26 - Quelle est la différence entre mesurande et grandeur mesurée ?	<b>47</b>
27 - À quoi correspond la déclaration de conformité d'un instrument de mesure ?	<b>49</b>
28 - Est-il vrai que les instruments de mesure doivent être étalonnés et vérifiés tous les ans ?	<b>50</b>
29 - Je dispose de plusieurs capteurs pour mesurer une grandeur physique, mais d'un seul lecteur, faut-il étalonner le capteur seul ou avec sa chaîne de mesure ?	<b>51</b>
30 - Est-il indispensable, pour les dispositifs qui doivent être étalonnés, de disposer de certificats d'étalonnage officiels, en provenance de laboratoires accrédités ?	<b>52</b>

- 31 - On me demande une traçabilité et on me donne un certificat d'étalonnage sans période de validité. Que dois-je en faire ? **54**
- 32 - Comment exploiter les résultats du suivi périodique des appareils de mesure ? **56**
- 33 - Comment réduire les coûts de mes étalonnages internes ou externes ? **58**
- 34 - Peut-on mesurer la qualité des prestations de services de maintenance et d'étalonnage des moyens de mesure et d'essais ? **59**
- 35 - Comment puis-je être certain qu'un prestataire pour l'étalonnage assure une traçabilité acceptée par les clients ou par les autorités ? **60**
- 36 - Que doit-on faire pour trouver un laboratoire d'étalonnage accrédité ? **62**
- 37 - Comment maîtriser ses enregistrements ? **63**
- 38 - Quel est la validité d'un certificat d'étalonnage portant un autre logotype que celui du Cofrac ? **65**
- 39 - Dois-je dans tous les cas m'adresser à un laboratoire accrédité afin d'obtenir un document avec le bon logotype ? **68**
- 40 - Est-ce qu'un auditeur peut remettre en doute les aspects de traçabilité métrologique d'un document d'étalonnage, portant le logotype du Cofrac ? **69**
- 41 - L'exigence de traçabilité ne s'applique-t-elle que pour les grandeurs physiques ? **71**
- 42 - Pourquoi les exigences m'imposent-elles une traçabilité au Système International d'unités alors que je ne travaille qu'en France ? **72**

43 - Peut-on utiliser une vérification légale comme preuve de traçabilité ?	<b>73</b>
44 - Quelles sont les règles de base d'écriture du SI ?	<b>74</b>
45 - Qu'est-ce qu'un Matériau de Référence Certifié (MRC) ?	<b>76</b>
46 - Qu'est-ce que la précision d'un instrument de mesure ?	<b>78</b>
47 - Est-ce que la méthode d'évaluation des incertitudes décrite dans le GUM est la seule valide ?	<b>80</b>
48 - Qu'est la méthode Monte Carlo pour l'évaluation des incertitudes ?	<b>82</b>
49 - Comment faire les arrondis ?	<b>84</b>
50 - Virgule, point, point-virgule : que dois-je utiliser ?	<b>87</b>

# 01 Qu'est-ce que la métrologie ?

La définition du VIM (Vocabulaire International de Métrologie) est la suivante :

« La métrologie est la science des mesurages et ses applications.

NOTE : La métrologie comprend tous les aspects théoriques et pratiques des mesurages, quels que soient l'incertitude de mesure et le domaine d'application. »

La métrologie rassemble l'ensemble des techniques permettant de réaliser des mesures, de les interpréter et d'assurer leur fiabilité.

La métrologie peut être légale, fondamentale (ou scientifique) ou industrielle appliquée à tous les secteurs d'activité.

## 1. La métrologie légale

La métrologie légale désigne l'application d'exigences réglementaires à des mesurages et à des instruments de mesure. Elle est souvent obligatoire.

Les mesures font partie intégrante de notre quotidien, sans même que nous nous en rendions compte. Deux exemples très concrets :

Lors d'un contrôle de vitesse avec une évaluation à  $\pm 5$  km/h ce n'est rien de plus que l'incertitude de mesure du processus de mesure du radar.

Ou encore lorsque nous pesons nos légumes (vendus au kg), la balance est assujettie à la métrologie légale, vous pourrez donc voir une étiquette verte : symbole de la vérification périodique de la balance et de sa conformité.

## 2. La métrologie fondamentale

La métrologie fondamentale ou scientifique désigne la recherche en métrologie. A ce jour, 58 pays sont signataires de la convention du mètre et 41 pays sont associés. Ces pays sont souvent représentés par un Institut National de Métrologie (par exemple le LNE en France) qui est le garant des étalons de référence dits « étalons nationaux ». Ces instituts travaillent sur la recherche au travers des projets de recherche internationaux et européens. Ces recherches sont variées et sur de nombreux domaines : de nouveaux moyens de mesure et/ou de nouveaux étalons pour l'industrie de demain, mais aussi pour la santé, pour des transports avec les GPS du futur, pour la préservation de l'environnement et du climat...

## 3. La métrologie industrielle

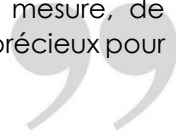
Cette métrologie est la plus répandue, elle est volontaire, et touche tous les secteurs d'activité : de la santé à l'automobile en passant par l'énergie ou encore l'agroalimentaire...

La métrologie est souvent associée uniquement à la gestion des moyens de mesure.

La gestion des moyens de mesure comprend : la gestion du parc d'instruments de mesure, l'étalonnage et/ou vérification, les fiches de vie... Or la fonction métrologie



représente beaucoup plus : le choix du moyen de mesure, la méthode de mesure employée, la formation du personnel, le raccordement au Système International d'unités (SI), les estimations d'incertitudes de mesures, la détermination des intervalles de confirmation et bien sûr la gestion des moyens de mesure. Tous ces axes permettent de maîtriser son processus de mesure, de fiabiliser ses résultats et d'apporter des outils précieux pour l'amélioration de la productivité.



## 02 Comment est organisée la métrologie au niveau international ?

La métrologie au niveau international s'organise au niveau du BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) situé au pavillon de Breteuil à Sèvres.

Le BIPM a pour mission d'assurer l'uniformité mondiale des mesures et leur traçabilité au Système international d'unités (SI).

Il travaille sous l'autorité de la Convention du Mètre, qui est un traité diplomatique conclu entre cinquante-quatre États. Il exerce son activité avec l'aide d'un certain nombre de Comités consultatifs, dont les membres sont des laboratoires nationaux de métrologie des États signataires, et par son travail de laboratoire.

Le BIPM effectue des recherches liées à la métrologie. Il organise ou participe à des comparaisons internationales d'étalons nationaux de mesure et effectue des étalonnages pour les États membres.

Les personnes intéressées pourront consulter le site web du BIPM, [www.bipm.org](http://www.bipm.org).

De nombreuses informations sont disponibles sur le site du BIPM, on trouvera notamment à la rubrique publications la brochure sur le SI, les guides sur la métrologie, VIM et GUM.

Les laboratoires de biologie médicale pourront trouver des informations sur les méthodes de référence et les

matériaux de référence à la rubrique JCTLM : *Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine* (ce comité joint regroupe l'IFCC, l'ILAC et le BIPM).

La base de données du BIPM sur les comparaisons clés, KCDB, fondement à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM (CIPM MRA) concernant les étalons nationaux de mesure et les certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les laboratoires nationaux de métrologie.

Cette base de données comporte :

- Les participants au CIPM MRA.
- Les comparaisons clés et supplémentaires.
- Les aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages CMCs.
- La liste des comparaisons clés.



# 03

## Comment est organisée la métrologie au niveau français ?

Depuis 2005, l'État a confié la responsabilité du pilotage et de l'animation de la métrologie française au LNE. Composé de 10 laboratoires qui rassemblent près de 220 chercheurs en métrologie, ce réseau assure la pérennité des étalons nationaux, ainsi que les mises en pratique des sept unités de base du Système international d'unités (SI).

Le laboratoire devient ainsi l'homologue des autres instituts nationaux de métrologie (PTB en Allemagne, NPL au Royaume-Uni, INRIM en Italie, NIST aux USA, NMIJ au Japon...) et représente la France dans les instances de la Convention du mètre (Comité international des poids et mesures - CIPM, Comités Consultatifs du CIPM...), les instances internationales et les instances européennes, telles que EURAMET.

Un Comité de la métrologie a été mis en place au sein du LNE. Cette instance, constituée de membres experts, nommés par arrêté, publié dans le Journal Officiel de la République Française, émet des recommandations sur les orientations scientifiques et stratégiques au Conseil d'Administration du LNE. Réunissant vingt-quatre personnalités des milieux scientifiques, industriels et des représentants des ministères concernés (industrie et recherche), le Comité veille à orienter les travaux dans les domaines jugés prioritaires et dans un contexte européen très présent, à renforcer la complémentarité des investissements, et à créer, lorsque cela est possible, des unités mixtes de chercheurs.