

DOCUMENT  
INTERNATIONAL

**OIML D 23**

Edition 1993 (F)

---

Principes du contrôle métrologique des équipements  
utilisés pour la vérification

Principles of metrological control of equipment used for verification

---

OIML D 23 Edition 1993 (F)



ORGANISATION INTERNATIONALE  
DE MÉTROLOGIE LÉGALE

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION  
OF LEGAL METROLOGY

## SOMMAIRE

<i>Avant-propos</i> .....	3
Préface .....	4
1 Introduction .....	5
2 Étalons de mesure .....	6
3 Instruments de mesure auxiliaires .....	8
4 Équipements auxiliaires (métrologiques et techniques) .....	9
5 Contrôle métrologique global des équipements de vérification .....	11
Tableau 1 Exemples d'équipements de vérification .....	15
Tableau 2 Exemples de périodes de validité pour les étalons de travail et instruments de mesure auxiliaires .....	16
Bibliographie .....	18

## Avant-propos

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif premier est d'harmoniser les réglementations et les contrôles métrologiques appliqués par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses États Membres.

Les deux principales catégories de publications OIML sont:

- les **Recommandations Internationales (OIML R)**, qui sont des modèles de réglementations fixant les caractéristiques métrologiques d'instruments de mesure et les méthodes et moyens de contrôle de leur conformité ; les États Membres de l'OIML doivent mettre ces Recommandations en application dans toute la mesure du possible;
- les **Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à améliorer l'activité des services de métrologie.

Les projets de Recommandations et Documents OIML sont élaborés par des comités techniques ou sous-comités composés d'États Membres. Certaines institutions internationales et régionales y participent aussi sur une base consultative.

Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, comme l'ISO et la CEI, pour éviter des prescriptions contradictoires; en conséquence les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. peuvent appliquer simultanément les publications OIML et celles d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales et Documents Internationaux sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont périodiquement soumis à révision.

La présente publication – référence OIML D 23, édition 1993 (F) – placée sous la responsabilité du TC 4 *Étalons de mesure et dispositifs d'étalonnage et de vérification*, a été sanctionnée par le Comité International de Métrologie Légale en 1991.

Les publications de l'OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation:

Bureau International de Métrologie Légale  
11, rue Turgot - 75009 Paris - France  
Téléphone: 33 (0)1 48 78 12 82 et 42 85 27 11  
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27  
E-mail: [biml@oiml.org](mailto:biml@oiml.org)  
Internet: [www.oiml.org](http://www.oiml.org)

## PRÉFACE

Le présent Document International est destiné à servir de guide aux organismes chargés du contrôle métrologique des appareils et installations de mesure de toutes sortes utilisés pour la vérification des instruments de mesure. Ces contrôles sont effectués afin de s'assurer que ces équipements de vérification fonctionnent correctement et que les étalons de travail sont étalonnés de façon appropriée; ces procédures peuvent inclure la délivrance de documents attestant que les essais ont été effectués, si exigé par les règles nationales. Dans le cadre de ces essais, équipements peuvent par exemple être étalonnés ou officiellement certifiés ou contrôlés. La terminologie utilisée dans les divers pays pour ces activités n'est pas encore uniformément définie au niveau international et devrait être clarifiée dans un document séparé. Une autorisation par un organisme national peut être nécessaire pour l'accomplissement des tâches métrologiques.

Comme indiqué dans le titre, le présent texte concerne les principes du contrôle métrologique des "équipements utilisés pour la vérification". Chaque fois que le terme "équipement de vérification" est utilisé ci-après, on doit le comprendre comme "équipement utilisé pour la vérification".

Le présent Document est principalement destiné aux services de métrologie légale et aux organisations officiellement autorisées à assurer des services d'étalonnage, mais peut être plus généralement utile dans les laboratoires d'étalonnage d'instruments de mesure et de mesures matérialisées.

Compte tenu de la grande diversité des équipements de vérification (différentes grandeurs mesurables et grandeurs d'influence, variété des types d'instruments de mesure et des méthodes d'étalonnage, différentes étendues de mesure, etc.), le présent Document ne contient que les règles, méthodes et principes généraux communs à plusieurs ou à l'ensemble des cas d'application prévus. Le présent Document vise à fournir une base pour l'harmonisation internationale des réglementations spécifiques existantes, à aider dans l'élaboration de nouvelles réglementations et à faciliter les étalonnages dans les cas où de telles réglementations spécifiques n'existent pas encore. Dans les cas concrets, davantage de détails peuvent être obtenus des réglementations spécifiques déjà en vigueur concernant des types particuliers d'équipements de vérification.

# PRINCIPES du CONTRÔLE MÉTROLOGIQUE des ÉQUIPEMENTS UTILISÉS pour la VÉRIFICATION

## 1 Introduction

1.1 Le présent Document traite des équipements de vérification c'est-à-dire des équipements utilisés pour la vérification des instruments de mesure dans le domaine de la métrologie légale.

Les équipements techniques considérés comme équipements de vérification peuvent énormément varier en complexité, dimensions, mode d'installation, transportabilité, etc., d'où l'utilisation de termes particuliers, tels que appareillage de vérification, station de vérification, installation de vérification, équipement automatisé de vérification, etc.

1.2 Les équipements de vérification peuvent inclure:

- des étalons de mesure,
- des instruments de mesure auxiliaires,
- des équipements auxiliaires.

Les équipements auxiliaires incluent un grand nombre d'appareillages techniques et, selon leur influence sur le résultat de vérification, sont subdivisés en

- équipements auxiliaires techniques influençant directement ou de manière significative le résultat (l'exactitude) de la vérification,
- équipements auxiliaires techniques influençant le résultat de façon indirecte ou négligeable,
- équipements auxiliaires métrologiques pour obtenir des conditions normales (de référence) ou contrôler les grandeurs d'influence.

Le Tableau 1 donne des exemples d'équipements de vérification et montre la très grande diversité de structure, depuis les équipements de vérification avec toutes sortes d'éléments jusqu'aux équipements ne comprenant qu'un étalon de mesure et un équipement auxiliaire technique. Pour la vérification de certains instruments de mesure, seuls des étalons sont nécessaires et il n'y a besoin d'aucun autre type d'équipement de vérification (par exemple: machines planimétriques, certains instruments de pesage ou machines d'essai des matériaux, etc.).

Le Tableau 1 montre également les différences dans l'assemblage des éléments importants des équipements de vérification, depuis un simple assemblage d'éléments facilement interchangeables jusqu'aux systèmes intégrés (par exemple, l'étalon de mesure et les équipements auxiliaires métrologiques d'une station de vérification de compteurs de gaz).

- 1.3 La méthode de mesure utilisée avec l'équipement de vérification (qu'elle soit directe ou indirecte) peut avoir une influence sur les résultats. C'est pourquoi il est important que la méthode de mesure choisie satisfasse au mieux les exigences métrologiques des essais de vérification.
- 1.4 Le contrôle métrologique des équipements de vérification peut inclure des essais, une approbation de modèle (si exigée par la législation), un étalonnage et la délivrance de certificats d'essai et d'étalonnage pour
- les étalons de mesure,
  - les instruments de mesure auxiliaires,
  - les équipements auxiliaires, et
  - les équipements dans leur totalité.

Il convient que le certificat contienne une déclaration de la conformité de l'équipement aux exigences métrologiques.

Les essais des équipements de vérification, en ce qui concerne leurs caractéristiques techniques, se subdivisent en:

- a) Des essais fonctionnels (qualité et fiabilité du fonctionnement technique) applicables:
- à tous les éléments qui peuvent fonctionner indépendamment, et
  - aux équipements de vérification dans leur totalité.

Il est néanmoins possible de se dispenser de quelques essais fonctionnels d'éléments individuels lorsqu'ils ont déjà été essayés (par exemple par le constructeur) ou lorsque leur fonctionnement correct est évident. Les essais fonctionnels des équipements de vérification dans leur totalité restent toujours nécessaires.

- b) Un contrôle des caractéristiques métrologiques.

- 1.5 Les équipements utilisés par les autorités de vérification pour la vérification des instruments de mesure (qu'il s'agisse de leur propre équipement ou de celui des constructeurs, des réparateurs ou des utilisateurs) doivent être soit en la possession permanente des autorités de vérification, soit être mis sous clé, cette clé restant en la possession de ces autorités, soit contrôlés ou essayés par ces autorités immédiatement avant leur utilisation si elles l'estiment nécessaire.

## **2 Etalons de mesure**

- 2.1 Les étalons de mesure qui sont utilisés pour la vérification des instruments de mesure, et qui font en conséquence partie des équipements de vérification, sont classés dans la catégorie d'étalons de travail quel que soit leur niveau intrinsèque. Ils doivent être étalonnés et certifiés.

Les étalons doivent être traités et conservés avec des soins particuliers et doivent être vérifiés à des intervalles de temps appropriés afin de s'assurer qu'ils sont suffisamment précis pour leur destination au moment de l'utilisation. Après une certaine période de temps ou d'utilisation, les étalons de travail sont comparés avec des étalons de rang supérieur dans le schéma de hiérarchie des étalons (voir aussi les Documents Internationaux OIML D 6 et D 8). Lors de l'étalonnage des étalons de travail, les erreurs des étalons de référence ne doivent pas être prises en considération sauf si exigé par les réglementations.

Les étalons de travail peuvent être réétalonnés après une période d'un an, sauf stipulation contraire (des exemples sont donnés dans le Tableau 2). La période de validité des étalons dépend d'un certain nombre de facteurs; les étalons mécaniques ou électroniques de haute précision, par exemple, peuvent être altérés dans leur exactitude par beaucoup de facteurs, ce qui signifie que leur exactitude de mesure ne peut être garantie que pour une période de temps relativement courte. La manipulation par un opérateur est également un facteur important et une utilisation maladroite peut provoquer une modification de leurs caractéristiques métrologiques. Pour d'autres étalons comparativement plus robustes, par exemple les mesures matérialisées, des périodes de validité plus longues peuvent être indiquées.

Les étalons doivent être réétalonnés après chaque réparation si l'on peut supposer que les caractéristiques de mesure ont été altérées.

- 2.2 Les équipements de vérification utilisant une méthode de mesurage directe incluent au moins un étalon de la même grandeur que le mesurande (parfois plusieurs étalons de valeurs nominales ou d'étendues de mesure différentes).

Les équipements de vérification utilisant une méthode de mesurage indirecte incluent au moins deux étalons de grandeurs différentes de celle du mesurande. L'erreur totale de l'installation, à calculer à partir des erreurs individuelles, est à prendre en compte.

- 2.3 Lors de l'étalonnage et de la certification des étalons, il convient de prendre en considération les principes suivants (voir aussi OIML D 9).

- 2.3.1 Il convient que les étalons soient exclusivement étalonnés par les institutions et le personnel compétents et autorisés pour prendre en charge les étalons d'un type et d'un niveau hiérarchique (niveau d'exactitude) donnés.

- 2.3.2 Il convient que le niveau d'exactitude assigné à chaque étalon utilisé dans les équipements de vérification soit conforme au schéma de hiérarchie applicable pour le mesurande ou pour les instruments de mesure de la même catégorie que celle de l'instrument à vérifier. Lorsqu'on utilise une méthode de vérification indirecte et que les équipements de vérification incluent des étalons de différentes grandeurs, il convient que chacun de ces étalons soit classé en conformité avec son propre schéma de hiérarchie. En l'absence de schémas de hiérarchie appropriés et si l'exactitude de l'étalon n'est pas spécifiée par les réglementations, il convient de faire en sorte que l'exactitude même de la vérification soit assurée. Toutes les perturbations et incertitudes de mesure doivent être prises en considération.

- 2.3.3 Pour les étalons portables, on doit préférer un étalonnage dans un laboratoire autorisé par les autorités nationales à un étalonnage sur place.

- 2.3.4 Lors de l'étalonnage de l'étalon même, les exigences métrologiques officielles s'appliquant à la catégorie et au niveau de hiérarchie concernés doivent être satisfaites. D'autre part, des exigences supplémentaires peuvent résulter de l'utilisation l'étalon dans ou avec un équipement de vérification (voir aussi OIML D 8).

- 2.3.5 Lorsque des matériaux de référence sont utilisés en tant qu'étalons de mesure, il convient si possible qu'ils soient certifiés.
- 2.3.6 En l'absence de réglementations appropriées, il est souhaitable de satisfaire aux principes généraux de reconnaissance officielle des étalons, mentionnés dans certaines réglementations nationales ainsi que dans OIML D 8.

2.3.7 Il convient que le certificat de chaque étalon contienne:

- toutes les informations sur les caractéristiques métrologiques importantes résultant de l'étalonnage, y compris tout mode d'utilisation spécifié,
- le niveau d'exactitude (classification selon le schéma de hiérarchie approprié),
- la durée de validité (des exemples de durées de validité d'étalons, appliquées dans certains pays, sont donnés dans le Tableau 2 - voir aussi OIML D 10),
- le cas échéant, une déclaration indiquant que l'étalon est destiné à être utilisé dans ou avec des équipements de vérification spécifiés.

D'autres détails concernant la documentation accompagnant, comme cela est recommandé, les étalons sont donnés dans OIML D 6.

- 2.4 Des réglementations peuvent parfois être nécessaires pour l'utilisation et la conservation de chaque étalon de mesure intégré dans un équipement de vérification. Ces réglementations peuvent être:
- propres à chaque étalon,
  - communes à une catégorie, groupe ou configuration particuliers d'étalons,
  - incluses dans les instructions pour l'utilisation et la conservation de l'équipement de vérification.

Les buts et les principes généraux de l'élaboration de ce genre de réglementations sont donnés dans OIML D 8.

### **3 Instruments de mesure auxiliaires**

Les instruments de mesure auxiliaires inclus dans les équipements de vérification doivent être essayés et contrôlés régulièrement. Les exigences s'appliquant à ces essais peuvent varier selon l'importance de l'instrument de mesure considéré individuellement. Par exemple, une réglementation peut prescrire une vérification officielle, ou un étalonnage, ou simplement un essai fonctionnel à effectuer par l'utilisateur. Si les exigences pour ces essais ne sont pas spécifiées dans les exigences métrologiques primaires, elles peuvent être incluses dans les exigences spécifiques à l'équipement de vérification particulier.

Il convient qu'un instrument soit accompagné par un document donnant les informations suivantes:

- a) caractéristiques métrologiques,
- b) mode d'utilisation pour l'application spécifique,

- c) utilisation permanente et régulière ou occasionnelle de l'instrument dans certaines conditions ou pour certains objectifs,
- d) essais à effectuer régulièrement,
- e) données d'identification.

#### 4 Équipements auxiliaires (métrologiques et techniques)

4.1 Parmi les trois sous-groupes d'équipements auxiliaires mentionnés en 1.2, le plus important est celui des équipements métrologiques. Le traitement des équipements auxiliaires métrologiques est très similaire à celui des étalons de mesure ou des instruments de mesure auxiliaires, bien qu'ils ne soient pas des instruments de mesure. La similitude résulte des exigences suivantes, fréquemment stipulées:

- a) essai de modèle et approbation de modèle,
- b) examen et essai de chaque partie individuelle de l'équipement,
- c) évaluation des erreurs supplémentaires introduites par ce équipement lors de la vérification au moyen de l'équipement de vérification. En d'autres termes, évaluation de l'erreur de transfert de l'unité de mesure de l'étalon vers l'instrument vérifié, estimation des erreurs de comparaison, etc.,
- d) délivrance d'un certificat, marquage ou poinçonnage,
- e) essai périodique,
- f) réglementations concernant l'utilisation et la conservation.

4.2 Le choix d'un équipement auxiliaire métrologique, de ses caractéristiques et propriétés importantes, des paramètres à examiner et de l'incertitude globale introduite lors de la vérification, résulte:

- a) du schéma de hiérarchie approprié au mesurande (ou aux instruments à vérifier),
- b) des réglementations pour la vérification des instruments concernés,
- c) des réglementations pour l'étalonnage du type d'équipement de vérification concerné,
- d) des réglementations spécifiques pour l'étalonnage de l'équipement auxiliaire métrologique concerné.

Il convient que les exigences en provenance de différentes sources soient prises en considération et harmonisées, si possible.

Notes et exemples :

- a) Les schémas de hiérarchie des instruments de mesure introduits dans divers pays incluent certaines spécifications ou limitations applicables aux équipements de comparaison et aux erreurs tolérées de comparaison, ainsi que cela est fait, dans une certaine mesure, dans le Document International OIML D 5. Une incertitude tolérée de comparaison peut aussi être ajoutée à l'incertitude spécifiée selon le rang dans le schéma de hiérarchie correspondant.

- b) Voir exemples dans les Recommandations Internationales OIML R 7, R 37, R 38, R 39 et R 49.
- c) Voir un exemple dans OIML R 5.
- d) Se référer aux réglementations pour l'étalonnage des balances étalons à bras égaux existant dans plusieurs pays.

4.3 L'essai des équipements auxiliaires métrologiques revêt la même importance que l'étalonnage des étalons utilisés dans un équipement de vérification; il convient donc de considérer cet essai comme une opération de niveau supérieur à celui de la vérification des instruments de mesure ordinaires. Il convient qu'il ne soit effectué que par le personnel compétent du service de métrologie légale ou d'un organisme autorisé.

4.4 Les équipements auxiliaires techniques nécessaires aux fins de vérification sont de types variés. Il existe des équipements d'utilisation générale pour:

- l'alimentation électrique et le matériel de travail,
- le nettoyage et l'installation des instruments à vérifier,
- l'amélioration de l'observation des indications,
- l'évaluation et l'enregistrement des résultats,
- l'automatisation des procédures,
- le poinçonnage ou le marquage des instruments vérifiés, etc.

Le Tableau 1 donne des exemples d'équipements auxiliaires techniques.

4.5 L'équipement auxiliaire technique est soumis à un contrôle fonctionnel (voir 1.4) afin de s'assurer de son fonctionnement correct et fiable. Certains aspects spécifiques habituellement contrôlés sont:

- l'influence éventuelle sur les résultats de vérification, etc.,
- les fuites, impuretés (intérieures et extérieures) et toute pollution de l'environnement,
- la fiabilité,
- l'efficacité.

4.6 L'équipement auxiliaire permettant d'obtenir et de stabiliser les conditions de référence, telles que

- les températures ambiante et de travail <sup>(\*)</sup>,
- l'isolation (passive et active) vis-à-vis des vibrations et des chocs,
- la pression, la température et la composition du fluide transmetteur,
- la tension, la fréquence, l'absence de composantes harmoniques élevées dans le courant électrique, etc.,

est fonction des grandeurs d'influence. Cependant, si la grandeur faisant l'objet de l'essai est le mesurande de l'équipement de vérification, l'équipement auxiliaire fait partie de l'équipement métrologique (en raison des effets directs et significatifs sur le résultat de la vérification).

---

(\*) Températures de travail: températures des installations, des étalons, des instruments à vérifier, etc.

L'équipement auxiliaire permettant d'obtenir les conditions de référence est soumis à des essais fonctionnels

- a) aux mêmes fins et dans les mêmes conditions que celles indiquées en 4.5 pour l'équipement auxiliaire technique et, de plus,
- b) en vue d'assurer et de contrôler que l'écart <sup>(\*\*)</sup> et la fluctuation <sup>(\*\*\*)</sup> des grandeurs de référence restent dans les limites tolérées (acceptables).

L'assurance métrologique pour les essais fonctionnels mentionnés en (b) ci-dessus est transférée aux instruments de mesure de contrôle appartenant à la catégorie des instruments de mesure et dont il convient qu'ils soient vérifiés ou essayés périodiquement.

4.7 Les conditions de référence sont en général spécifiées en tant que valeurs de référence (des grandeurs d'influence) ou d'étendues de référence (des grandeurs d'influence). Il convient que les valeurs de référence choisies pour les grandeurs d'influence soient comprises à l'intérieur des limites d'une étendue de référence. Lorsqu'on étalonne un équipement de vérification, il convient de faire une distinction entre

- a) une étendue de référence pour laquelle l'effet de la grandeur d'influence sur le résultat de vérification est ou doit être négligeable. Les limites de cette étendue de référence sont habituellement spécifiées aussi comme limites tolérées pour les fluctuations,
- b) une étendue nominale d'utilisation à l'intérieur de laquelle est autorisée l'application de corrections aux valeurs de l'indication. Une correction est calculée à partir de la différence entre la valeur unique ou la valeur moyenne de la grandeur d'influence et la valeur de référence. L'utilisation de l'équipement de vérification hors des limites de l'étendue de référence n'est pas autorisée.

Les conditions de référence sont

- soit prescrites par les réglementations,
- soit non spécifiées dans les réglementations et le but de l'essai est de les déterminer pour l'équipement de vérification soumis aux essais.

## 5 Contrôle métrologique global des équipements de vérification

5.1 L'essai d'un équipement de vérification dans sa totalité comprend:

- un examen administratif externe,
- un essai fonctionnel,
- un examen métrologique,
- l'étalonnage.

---

<sup>(\*\*)</sup> Ecart = valeur mesurée - valeur de référence (d'une grandeur d'influence).

<sup>(\*\*\*)</sup> Fluctuation = valeur mesurée instantanée - moyenne des valeurs mesurées (d'une grandeur d'influence).

5.2 Le but de l'examen administratif externe est de confirmer que l'équipement de vérification satisfait aux exigences réglementaires et est prêt à l'examen métrologique. Lors de l'examen administratif, on contrôle principalement les points suivants:

- a) caractère légal, conformité au modèle approuvé si prescrit, et aptitude à l'utilisation prévue,
- b) équipement complet,
- c) lieu, installation et montage corrects,
- d) exécution effective des essais préliminaires et partiels nécessaires, des examens et des étalonnages (voir également les chapitres précédents),
- e) documentation exigée complète et correcte,
- f) autorisation de l'organisme et du personnel à vérifier l'équipement (sauf si cela est évident), avec attribution de la responsabilité personnelle pour l'utilisation et la conservation de l'équipement de vérification concerné.

5.3 Le but des essais fonctionnels est de contrôler, par des essais appropriés, que l'équipement de vérification dans sa totalité fonctionne correctement et de manière fiable. Il peut être parfois utile de combiner les essais opérationnels avec l'examen métrologique; néanmoins quelques essais supplémentaires sont souvent nécessaires, par exemple dans des conditions de fonctionnement extrêmes.

5.4 L'examen métrologique de l'équipement de vérification dans sa totalité est très important et il convient qu'il soit toujours réalisé; il ne peut être remplacé par aucune autre combinaison d'examens partiels, aussi complète soit-elle. Il convient que les essais soient choisis de façon à répondre aux buts spécifiques de l'examen métrologique.

L'influence de l'équipement de vérification doit être déterminée par l'examen métrologique. Si, pendant la vérification d'un instrument de mesure, il provoque une erreur, celle-ci doit être prise en compte de façon appropriée.

Les buts principaux de l'examen métrologique sont

- a) de contrôler les interactions entre les éléments de l'équipement de vérification et leur éventuelle influence sur le résultat (l'exactitude) de la vérification,
- b) de contrôler les interactions entre l'équipement de vérification et les instruments à vérifier (discrétion),
- c) de contrôler que l'appareillage fonctionne correctement dans les conditions de référence prescrites (il convient que certains essais soient effectués pour des combinaisons défavorables des valeurs des grandeurs d'influence), ou de déterminer les conditions de référence pour l'équipement de vérification étalonné (voir 4.7),
- d) de déterminer toutes caractéristiques importantes du comportement dynamique de l'équipement de vérification, avec leurs éventuelles influences sur l'exactitude de la vérification, et par conséquent de déterminer les exigences qui en résultent en ce qui concerne les périodes de temps de chauffage, de mise en route, etc.,
- e) de contrôler expérimentalement l'incertitude globale de l'équipement de vérification et de la vérification,

- f) de contrôler complètement l'équipement pour s'assurer que lors de la vérification toutes les conditions exigées sont maintenues,
- g) de vérifier qu'il n'y a pas d'erreur d'hystérésis significative.

Note: Si l'équipement de vérification est fabriqué selon un modèle prescrit ou bien défini, il peut être suffisant d'effectuer certains des essais sur le modèle seulement (il n'est pas nécessaire de répéter tous les essais sur chaque équipement individuel). Si l'équipement de vérification est un instrument de mesure acceptable pour la vérification, tous les essais prescrits pour l'approbation de modèle doivent être effectués. On doit cependant s'assurer que les exigences minimales pour les instruments de mesure et les étalons nécessaires à l'essai de l'équipement de vérification, sont satisfaites.

### 5.5 L'examen métrologique comprend

- a) une série de mesurages avec l'équipement de vérification selon un programme prescrit ou prédéfini. Les éléments de ce programme, c'est-à-dire les mesurages individuels, sont des combinaisons spécifiées de valeurs de variables prédéfinies (facteurs). Les principaux paramètres à considérer sont
  - le mesurande (grandeur mesurée par l'équipement de vérification),
  - les grandeurs d'influence,
  - le nombre d'instruments à vérifier en même temps,
  - les positions de ces instruments,
  - quelquefois aussi le nombre, la combinaison et si possible les positions des étalons et des instruments auxiliaires utilisés pour mesurer les grandeurs d'influence les plus importantes,
- b) l'évaluation des mesurages, l'estimation des paramètres importants, des erreurs, des incertitudes et des limitations,
- c) la délivrance d'un certificat d'étalonnage.

Les aspects méthodologiques de l'examen des équipements de vérification (méthodes de mesure, procédures, etc.) sont très étroitement liés aux buts et cas individuels. Néanmoins, bien que cela ne soit pas toujours applicable ou efficace, la méthode de mesurage directe basée sur la substitution d'étalons ou d'instruments de même type spécialement étalonnés, pour les instruments à vérifier, et sur la comparaison de leurs indications avec celles de l'équipement de vérification, est la méthode généralement préférée et la plus fréquemment appliquée.

### 5.6 Des problèmes particuliers surviennent lors de l'étalonnage des équipements de vérification si les valeurs du mesurande diffèrent de celles des étalons. Dans ce cas, il convient d'observer les principes suivants:

- a) l'extrapolation entre les limites de l'étendue des valeurs reproduites par les étalons n'est pas autorisée; seule l'interpolation est permise,
- b) il convient que les moyens d'interpolation soient étudiés et choisis avec un soin particulier et en tenant compte de façon appropriée des questions de traçabilité,
- c) il convient qu'un contrôle de certaines valeurs obtenues par interpolation soit inclus dans l'examen métrologique du équipement de vérification dans sa totalité.

5.7 Les équipements de vérification comportant des microprocesseurs nécessitent des essais spéciaux. En plus de l'ordinateur et de ses interfaces, le logiciel doit faire l'objet d'essais démontrant que des fonctions non prévues ne sont pas réalisables.

a) Essais du logiciel

Le logiciel peut être contenu dans des secteurs de mémoire non effaçables (par exemple PROM). Dans ce cas, un essai du programme et un essai fonctionnel sont suffisants. Dans le cas d'ordinateurs librement programmables, non seulement le logiciel doit être essayé mais il doit exister un moyen de s'assurer que les fonctions non prévues provoquées par des erreurs de manipulation en cours d'utilisation sont soit reconnues comme telles, soit impossibles. D'autre part, il faut procéder à des contrôles répétitifs assurant qu'aucune modification du logiciel ne peut se produire. Il est conseillé de protéger le programme essayé (aussi bien au niveau du matériel que du logiciel) de telle manière que son accès par des personnes non autorisées soit impossible.

b) Essais du matériel

Les processus contrôlés par ordinateur et le transfert des données de mesurage ainsi que le pilotage des instruments de mesure exigent:

- soit des microprocesseurs qui ont été essayés en ce qui concerne leur fiabilité et leur bon fonctionnement, ou des bus et des interfaces normalisés,
- soit un programme d'essai spécial au moyen duquel le bon fonctionnement du matériel peut être essayé en conformité à des exigences générales ou à des exigences s'appliquant à l'équipement de vérification spécifique.

On doit prendre des mesures appropriées pour rendre impossible une modification ou une perte des données par le matériel.

**Tableau 1**  
**Exemples d'équipements de vérification**

N°	Type d'équipement utilisé pour la vérification	Méthode	Etalon	Instruments de mesure auxiliaires	Equipement auxiliaire		Exigences préalables pour les conditions de référence
					métrologique	technique (*)	
1	installation de vérification pour rubans de précision	directe	ruban	thermomètres	banc d'essai avec microscopes et poids de tension		stabilisation de température, climatisation
2	équipement de vérification de cales étalons de haute précision	directe	sources de rayonnement secondaire (spectral)	thermomètres, baromètres, hygromètres	interféromètre, plaques de verre	source de lumière, moyens de calcul	climatisation poussée
3	équipement de vérification de poids de haute précision	directe	poids, balance à bras égaux	poids de tare, thermomètres, baromètre, hygromètre		pincettes, supports pour poids, loupe, éclairage	climatisation
4	installation de vérification de ponts-bascules	directe	poids			camion avec moyens de levage et de manutention, élévateur à fourches	ni pluie, ni vent
5	équipement de vérification de chronomètres	Indirecte (**)	générateur de fréquence, équipement de comptage	console d'essai avec système d'arrêt	loupe		
6	équipement de vérification automatisé de thermomètres médicaux	directe	thermomètres en verre à mercure	règles ou jauges graduées pour contrôle des dimensions	thermostat	centrifugeuse, éclairage spécial, loupes, porte-thermomètres de réserve, ordinateur pour pilotage	thermostat ou laboratoire climatisé
7	installation de vérification de compteurs d'énergie thermique	indirecte	thermomètres, mesure de masse ou de volume	débitmètres, thermomètres, manomètres	banc d'essai, thermostats	réservoir, pompes, tuyauterie, équipement d'alimentation électrique	isolation contre les vibrations dans les systèmes hydrauliques
8	installation de vérification de baromètres	directe	baromètres	thermomètres	chambre sous pression	dispositif indicateur	
9	équipement de vérification de compteurs de gaz à parois déformables	directe	gazomètre à cloche	thermomètres, chronomètres, débitmètres, manomètres	banc d'essai, dispositif de compensation de poussée de l'air pour le gazomètre à cloche		climatisation
10	installation de vérification des compteurs d'énergie électrique	indirecte	wattmètres, chronomètres, transducteurs de courant et de tension	voltmètres, ampèremètres, phasemètres, fréquencemètres		sources d'intensité et de tension	climatisation

Notes: (1) Le processus de vérification de certains dispositifs peut être automatisé.

(2) Les équipements de vérification pilotés par ordinateur peuvent en service vérifier périodiquement et régulièrement les instruments qui le composent, lors des arrêts de fonctionnement.

(\*) Seuls quelques équipements auxiliaires techniques (spéciaux) sont mentionnés.

(\*\*) Peut être considérée comme méthode directe s'il n'y a pas de risque de confusion entre "comptage" et "mesurage" ou "instrument compteur" et "instrument de mesure".

Tableau 2  
Exemples de périodes de validité (valeurs maximales)  
pour les étalons de travail et instruments de mesure auxiliaires  
lorsque ces périodes dépassent un an

Note: Les périodes indiquées ci-après ne sont **que des exemples** car elles ne s'appliquent que dans les conditions climatiques rencontrées en Europe centrale et pour des étalons manipulés avec soin. En principe chaque pays doit déterminer les périodes de validité appropriées après un examen métrologique soigneux, et les inclure dans leurs réglementations nationales.

1 Instruments de mesure de longueur	Années
règles graduées en acier	10
règles graduées en plastique (comme instruments de mesure auxiliaires)	2
rubans en acier	5
indicateurs à cadran	5
comparateurs avec loupe pour épaisseurs et divisions	10
micromètres d'intérieur et d'épaisseur, jauges micrométriques de profondeur	5
pièdes à coulisse	5
jauges d'épaisseur (à lames)	2
verniers	5
jauges pour instruments de mesure de la masse à l'hectolitre des graines céréalières	5
2 Machines planimétriques	
étalons de surface en métal	5
étalons de surface en caoutchouc ou en plastique	2
3 Instruments de mesure des volumes de liquides	
mesures de verre utilisées comme étalons ou pour les vérifications	sans limite
mesures, y compris mesures en métal	2
mesures à poste fixe, y compris mesures en métal	5
mesures en métal sur chariot	3
installation de jaugeage des tonneaux	2
installation à compteur de volumes	(*)
instruments d'essai des butyromètres	10
instruments d'essai des pipettes capillaires	10
burettes en verre	sans limite
pipettes en verre	sans limite
cylindres de mesure en verre	sans limite
4 Instruments de mesure des volumes de gaz	
gazomètres à cloche	5
compteurs de gaz humides	5
compteurs à pistons rotatifs (ou à parois déformables) jusqu'à G 1 000	5
compteurs à pistons rotatifs (ou à parois déformables) au-dessus de G 1 600	8
compteurs à turbine jusqu'à G 1 000	3

---

(\*) Pas de périodes de réessai; cependant ces instruments de mesure doivent être réessayés après chaque réparation. Les erreurs doivent être déterminées avant chaque utilisation.

compteurs à turbine au-dessus de G 1 600	5
compteurs à parois déformables	5
appareil à déplacement d'huile par roues ovales	5
5 Instruments de mesure de la masse volumique des céréales	
étalon pour déterminer la masse à l'hectolitre des graines céréalières	5
6 Instruments de mesure des masses volumiques	
aréomètre étalon	10
saccharimètre étalon	10
alcoomètre étalon	10
7 Instruments de mesure de la température	
thermomètres (instruments de mesure auxiliaires)	5
thermomètres à échelle graduée sur tige ou à échelle rapportée	5
8 Instruments de mesure de la pression	
manomètres à liquide	5
manomètres à piston	5
baromètres à mercure	5
baromètres anéroïdes	(*)
9 Instruments de mesure de la pression intra-oculaire	
instruments de mesure d'aplanimétrie et tonomètres	3
10 Instruments de mesure électriques	
potentiomètres en courant continu, y compris diviseurs de tension et shunts	8
piles étalons	5
transformateurs de courant et de tension de précision pour bancs d'essai	15
dispositifs auxiliaires pour l'indication des erreurs	5
dispositifs indicateurs d'équilibrage des tensions	5
wattmètres de précision	5
ampèremètres de précision en courant continu avec shunts	(**)
installations de mesure pour transformateurs d'intensité et de tension	5
instruments mesureurs de charges	5
charges étalons	5
potentiomètres étalons	5
capacités variables étalons	5
voltmètres d'isolement mesurant:	
a) les valeurs de crêtes	5
b) les valeurs moyennes	5
transformateurs d'intensité étalons	16
transformateurs de tension étalons	16

---

(\*) Pas de périodes de réessai; cependant ces instruments de mesure doivent être réessayés après chaque réparation. Les erreurs doivent être déterminées avant chaque utilisation.

(\*\*) Pas de périodes de réessai; cependant ces instruments doivent être réessayés après chaque réparation (comme tous les autres instruments de mesure électriques).

## BIBLIOGRAPHIE

Les publications OIML mentionnées dans le présent Document, comme références ou comme exemples, sont les suivantes:

### **Recommandations Internationales OIML:**

- R 5 Compteurs de liquides autres que l'eau à chambres mesureuses
- R 7 Thermomètres médicaux à mercure, en verre, avec dispositif à maximum
- R 37 Vérification des machines d'essai de dureté (système Brinell)
- R 38 " " " " (système Vickers)
- R 39 " " " " (systèmes Rockwell B,F,T C,A,N)
- R 49 Compteurs d'eau destinés au mesurage de l'eau froide

### **Documents Internationaux OIML:**

- D 5 Principes pour l'établissement des schémas de hiérarchie des instruments de mesure
- D 6 Documentation pour les étalons et les dispositifs d'étalonnage
- D 8 Principes concernant le choix, la reconnaissance officielle, l'utilisation et la conservation des étalons
- D 9 Principes de la surveillance métrologique
- D 10 Conseils pour la détermination des intervalles de réétalonnage des équipements de mesure utilisés dans les laboratoires d'essai