

ORGANISATION INTERNATIONALE
DE MÉTROLOGIE LÉGALE



RECOMMANDATION INTERNATIONALE

Baromètres

Barometers

OIML R 97

Edition 1990 (F)

AVANT-PROPOS

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

Il existe plusieurs catégories de publications OIML, en particulier:

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

Les projets de Recommandations et Documents de l'OIML sont élaborés par des Secrétariats Pilotes et Rapporteurs composés d'Etats Membres, en consultation avec les institutions internationales, mondiales et régionales, concernées.

Les accords de coopération entre l'OIML et certaines institutions (en particulier l'ISO et la CEI) visent à éviter des prescriptions contradictoires, de façon à permettre l'application simultanée par les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. des publications OIML et des publications d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales et Documents Internationaux sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont de temps en temps soumis à révision. La mention "Edition..." se réfère à l'année d'impression.

Pour se procurer les publications de l'OIML, s'adresser à:

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

La présente publication - référence OIML R 97, édition 1990 (F) - a été élaborée par le Secrétariat Rapporteur SP 11-Sr 7 "Baromètres" et le Secrétariat Pilote SP 11 "Mesure des pressions". Elle a été approuvée par le Comité International de Métrologie Légale en 1989 pour publication définitive et sera présentée à la sanction formelle de la Conférence Internationale de Métrologie Légale en 1992.

BAROMÈTRES

0. Terminologie

La terminologie métrologique utilisée dans la présente Recommandation est conforme au "Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie" (VIM - édition 1984) et au "Vocabulaire de métrologie légale" (VML - édition 1978). Le terme "résultat de mesure" s'applique à la valeur de pression obtenue après que l'indication du baromètre ait été corrigée, si nécessaire, en fonction de la température et de l'accélération de la pesanteur.

1. Champ d'application

1.1. La présente Recommandation spécifie les exigences métrologiques et techniques applicables aux instruments de mesure de la pression atmosphérique ambiante, à leurs étalonnage, essai de modèle et vérifications primitive et ultérieures. Elle couvre les types suivants:

- a) baromètres à mercure ayant un vide de référence permanent,
- b) baromètres, anéroïdes par exemple, à élément récepteur élastique, vide de référence permanent et indication soit analogique, avec aiguille et cadran, soit numérique.

1.2. La Recommandation s'applique aux baromètres tels que ceux qui sont utilisés pour:

- a) le mesurage direct de la pression dans les laboratoires, les usines et les stations météorologiques,
- b) l'étalonnage des instruments de mesure de pression statique des classes de précision inférieures, et
- c) le contrôle et le réglage des altimètres.

1.3. La Recommandation n'est pas destinée à s'appliquer aux instruments de la plus haute classe de précision, tels que ceux qui sont utilisés en tant qu'étalons nationaux ou primaires.

1.4. La Recommandation s'applique aux baromètres conçus pour une utilisation dans l'étendue des pressions et des températures que l'on rencontre généralement en des lieux situés au niveau de la mer ou à des altitudes modestes (- 200 m à + 2 000 m). Si la Recommandation doit être appliquée aux baromètres devant être utilisés à haute altitude, grande profondeur ou dans des conditions climatiques spéciales, certaines dispositions doivent être modifiées ou d'autres ajoutées.

2. Unités de mesure

2.1. L'unité SI de pression est le pascal (symbole Pa) qui est le nom spécial du newton par mètre carré (symbole N/m²).

2.2. Dans le SI le multiple du pascal préféré et le mieux adapté au mesurage de la pression atmosphérique ambiante est le kilopascal (symbole kPa) et son utilisation est recommandée (1).

2.3. Si l'échelle d'un instrument n'est pas graduée en unités SI, le manuel d'utilisation doit alors inclure les facteurs de conversion appropriés.

3. Etendue de mesure applicable

En raison des différences climatiques et d'altitude, les étendues de pression considérées comme normales varient de pays à pays, et même de région à région. Par exemple l'étendue 90 kPa à 105 kPa peut être normale dans un pays, l'étendue 60 kPa à 110 kPa dans un autre. Les étendues de pression appropriées doivent alors être déterminées sur une base nationale, régionale ou même locale.

4. Exigences métrologiques

4.1. Trois classes de précision s'appliquent aussi bien aux baromètres à mercure qu'aux baromètres à élément récepteur élastique. Les erreurs maximales tolérées sur les résultats de mesure obtenus en vérification pour chaque classe de précision des instruments sont données dans le Tableau ci-après.

Classe de l'instrument	Erreur maximale tolérée sur les résultats de mesure en vérification après application des corrections nécessaires pour la température et l'accélération de la pesanteur
0,02	$\pm 0,02$ kPa ($\pm 0,2$ hPa)
0,05	$\pm 0,05$ kPa ($\pm 0,5$ hPa)
0,1	$\pm 0,10$ kPa ($\pm 1,0$ hPa)

L'erreur maximale tolérée en service est égale à l'erreur maximale tolérée en vérification.

4.2. Les procédures détaillées pour déterminer les ordres de grandeur des diverses composantes des erreurs contribuant à l'erreur totale du baromètre sont décrites dans l'Annexe A de la présente Recommandation.

4.3. Les valeurs de toutes les constantes, telles que les coefficients de dilatation thermique, utilisées dans le calcul de la pression et dans la détermination des corrections doivent être données dans le manuel d'utilisation avec une exactitude telle que la somme algébrique des erreurs découlant de leur utilisation soit inférieure à 10 % de l'erreur maximale tolérée de l'instrument.

(1) Note: L'Organisation Internationale de l'Aviation Civile et l'Organisation Météorologique Mondiale ont adopté l'hectopascal (symbol hPa) comme unité pour la graduation des altimètres et pour la mesure de la pression atmosphérique. L'hectopascal et le millibar sont identiques en tout excepté leur nom. Beaucoup de baromètres déjà en existence ont des échelles graduées dans les unités ci-dessous:

(a) le Torr,

(b) le millimètre de mercure conventionnel (symbole mmHg),

(c) le pouce de mercure conventionnel (symbole inHg).

Les échelles des instruments nouveaux devraient être graduées en kPa ou hPa, avec des graduations additionnelles dans une ou plusieurs unités "conventionnelles" uniquement lorsque cela est rendu nécessaire par des considérations pratiques.

Il est supposé que la valeur de l'accélération de la pesanteur au lieu d'utilisation de l'instrument est connue assez exactement pour que sa contribution à l'erreur totale soit négligeable.

5. Exigences techniques

5.1. Généralités

5.1.1. Le baromètre, lorsqu'il est protégé selon les instructions du fabricant, doit être capable de supporter un transport ordinaire sans se casser et sans introduction d'erreurs additionnelles telles que l'erreur totale dépasserait les limites données au point 4.1.

5.1.2. Si, afin de faciliter étalonnage et transport, la construction du baromètre permet à la pression interne d'être maintenue à une valeur différente de la pression ambiante, alors l'étanchéité des joints doit être telle que, si le baromètre a été scellé à une pression égale à la limite supérieure ou inférieure de l'étendue de mesure, la pression interne ne varie pas, pendant une période d'une minute, d'une valeur égale ou supérieure à l'erreur maximale tolérée.

5.2. Baromètres à mercure

5.2.1. Les baromètres peuvent être soit du type à réservoir flexible, avec en principe deux surfaces de mercure observables (par exemple type Fortin) soit du type à réservoir fixe. Dans ce dernier cas, il peut y avoir une seule surface observable (par exemple type Kew) ou deux surfaces de mercure observables (par exemple type Newman).

5.2.2. Tous les matériaux utilisés dans la construction du baromètre, et qui sont en contact avec le mercure, doivent avoir été choisis de telle manière qu'ils aient un effet négligeable sur la pureté du mercure.

5.2.3. Dans les baromètres de type Fortin, le repère du réservoir doit être net et pointu.

5.2.4. Le mercure doit avoir été purifié chimiquement, de préférence par un procédé qui comprend un lavage à l'acide et une triple distillation. Ce procédé doit permettre d'assurer que la masse volumique du mercure à la température de 0 °C et à la pression de 100 kPa se trouve dans les limites $(13\,595,1 \pm 0,1) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Toutes les surfaces observables du mercure doivent être propres et brillantes et le ménisque doit être incurvé vers le bas au point de contact avec le tube de verre (ou le réservoir) et symétrique par rapport à l'axe du cylindre dans toute l'étendue des pressions.

5.2.5. Le tube doit être construit en verre propre et clair avec, de préférence, une extrémité supérieure à peu près hémisphérique ce qui donne le maximum de résistance mécanique. L'extrémité hémisphérique doit être recuite après mise en forme. Le diamètre interne du tube sur toute la longueur de l'échelle doit être d'au moins 8 mm et de préférence 9 mm, pour les instruments des classes de précision 0,02 et 0,05, et d'au moins 6 mm pour la classe de précision 0,1. Le tube de verre doit être protégé contre les endommagements mécaniques, par exemple par une enveloppe métallique tubulaire percée de trous appropriés pour permettre l'observation de la surface du mercure.

5.2.6. Si le baromètre est destiné à être utilisé en mer, il doit y avoir un étranglement dans la partie médiane du tube, afin d'offrir une résistance aux oscillations rapides du mercure. La longueur et le diamètre interne de la section médiane doivent être tels que le temps nécessaire à une réponse de 63 % à un changement soudain de la pression ambiante soit entre 4 et 9 minutes.

5.2.7. Pour un baromètre du type à réservoir, la chambre à air doit être reliée à l'atmosphère ambiante par un matériau poreux, tel que du buis, qui maintient le mercure mais qui, néanmoins, permet à la colonne de mercure de répondre rapidement aux variations de pression. Le matériau devrait être suffisamment poreux pour que, à l'exception du cas des baromètres utilisés en mer, il permette une

réponse de 63 % à une variation impulsionnaire de la pression, dans un temps qui ne dépasse pas 5 secondes. Ce matériau poreux devrait être placé à l'extrémité de l'extension tubulaire du réservoir et devrait être détachable, afin de faciliter l'application de pressions variées durant l'essai et l'étalonnage. Quand ce dispositif est incorporé, tous les autres joints du réservoir doivent être étanches comme défini au point 5.1.2.

- 5.2.8. L'échelle doit faire partie intégrante du baromètre, ne doit pas être facilement démontable, doit être placée de telle manière qu'il y ait compensation pour la dépression capillaire du ménisque et doit avoir un coefficient de dilatation thermique connu à mieux que $\pm 0,5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, de telle manière que des corrections de température suffisamment exactes puissent être calculées. Dans le cas des baromètres à réservoir fixe, le coefficient de dilatation thermique du matériau utilisé pour le réservoir doit également être connu avec une erreur ne dépassant pas $\pm 4 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
 - 5.2.9. Un thermomètre étalonné d'un type adapté, avec une échelle en degrés Celsius, doit être solidement attaché au baromètre avec son capteur à proximité immédiate de la colonne de mercure et approximativement à mi-hauteur. L'erreur du thermomètre ne doit pas dépasser $\pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - 5.2.10. Par sa conception, le baromètre en utilisation doit pouvoir être mis en place avec sa colonne de mercure verticale. Pour utilisation en mer, la suspension doit être à cardans.
 - 5.2.11. Le baromètre doit être muni d'un manuel donnant sa classe de précision et contenant les instructions détaillées en ce qui concerne son transport, son exposition, son montage, son étalonnage, son utilisation et sa maintenance. Le manuel doit contenir (a) des tables de correction pour l'accélération de la pesanteur (altitude et latitude), et (b) une table de correction pour la température. Les tables doivent couvrir la totalité de l'étendue de mesurage de pression avec des intervalles ne dépassant pas 2 kPa (20 hPa), et couvrir l'étendue de température dans laquelle le baromètre peut être utilisé, avec des intervalles ne dépassant pas $0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pour un instrument des classes de précision 0,02 ou 0,05 et $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pour la classe de précision 0,1. Le manuel doit également contenir la relation mathématique utilisée pour le calcul de la pression en fonction des paramètres observés (hauteur de colonne et température) et de g, accélération de la pesanteur. Les constantes à utiliser en liaison avec l'équation doivent également être données, c'est-à-dire la masse volumique du mercure à $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, le coefficient de dilatation cubique du mercure, le coefficient de dilatation linéaire du matériau de l'échelle et, si nécessaire, le coefficient de dilatation linéaire du matériau utilisé pour la construction du réservoir. Il doit également y avoir une déclaration indiquant que la valeur de la correction d'accélération de la pesanteur dépend du lieu. Voir aussi point 2.3.
 - 5.2.12. Pour les baromètres munis de dispositifs automatiques affichant ou enregistrant le niveau de mercure et calculant la pression, les instructions appropriées doivent être fournies en vue de l'introduction des constantes nécessaires, comme g.
- 5.3. Baromètres à élément récepteur élastique
- 5.3.1. L'élément élastique du baromètre peut être de toute forme appropriée (par exemple un soufflet, un diaphragme ou un tube Bourdon) et peut être construit de tout matériau compatible avec les exigences de performance contenues dans la présente Recommandation.
 - 5.3.2. Pour les applications soumises au contrôle métrologique, l'instrument doit être construit de telle manière que le mécanisme et, en particulier, tout dispositif d'ajustage du zéro ou de la sensibilité, ne soit pas aisément accessible à l'utilisateur.
 - 5.3.3. L'échelle ou le dispositif de lecture doit donner de manière non ambiguë les valeurs de la pression dans des unités conformes aux exigences du point 6.2.
 - 5.3.4. L'instrument doit incorporer un dispositif de compensation de la température, par exemple un ruban bi-métallique inclus dans le mécanisme, de telle manière que les exigences de performance du point 4.1 soient remplies au moins dans l'étendue de température pour laquelle l'instrument est destiné à être utilisé.

- 5.3.5. L'application des pressions pendant l'étalonnage et l'essai de l'instrument doit, dans toute la mesure du possible, être facilitée par des dispositions de conception appropriées. Par exemple, pour certains baromètres, le mécanisme peut être contenu dans un boîtier étanche à l'air avec une fenêtre permettant les observations, de telle manière que la pression puisse être appliquée à l'élément sensible à travers un tube de mise à l'atmosphère, qui devrait permettre la fixation à son extrémité d'une tête d'amortissement, si nécessaire. Lorsque ce dispositif est incorporé, tous les autres joints du système doivent être étanches dans les limites définies au point 5.1.2.
- 5.3.6. Les instruments d'un modèle qui a été constaté comme susceptible d'être endommagé suite à l'application de pressions au-delà des valeurs extrêmes de l'étendue de mesure, doivent être munis de bouchons antisurcharge de telle manière qu'ils puissent être transportés par avion sans précautions spéciales.
- 5.3.7. Les baromètres utilisant des composants électriques ou électroniques qui peuvent affecter leurs caractéristiques de mesurage doivent être conçus et construits de telle manière que les variations de la tension d'alimentation ou les interférences électromagnétiques conduites ou rayonnées n'entraînent pas d'erreur supérieure à 25 % de l'erreur maximale tolérée. Les lignes directrices données par le Document International OIML D 11 "Exigences générales pour les instruments de mesure électroniques" devraient être suivies.
- 5.3.8. Le baromètre doit être muni d'un manuel contenant les instructions détaillées en ce qui concerne son transport, son installation, son étalonnage, son utilisation et sa maintenance. Le manuel doit également contenir, si nécessaire, une table des corrections de température. Voir aussi point 2.3.

6. Graduation

6.1. Baromètres à mercure

- 6.1.1. L'échelle doit être graduée tous les 0,1 kPa (1 hPa); un vernier ou un micromètre permettant de faire des lectures de pression à 0,01 kPa (0,1 hPa) ou moins doit être incorporé. Si un vernier est utilisé, le trait zéro ne doit pas être l'extrémité du vernier.
- 6.1.2. Chaque échelle doit être marquée de manière claire et indélébile avec l'unité de mesure de pression appropriée.
- 6.1.3. Le thermomètre incorporé doit avoir une échelle graduée tous les 1 °C ou moins.

6.2. Baromètres à élément récepteur élastique

- 6.2.1. Ces baromètres doivent être munis d'un dispositif de lecture numérique ou analogique (ou une combinaison des deux) qui permet de faire des lectures directes de pression à 0,01 kPa (0,1 hPa) ou moins pour les instruments des classes de précision 0,02 ou 0,05, et à 0,02 kPa (0,2 hPa) ou moins pour les instruments de la classe de précision 0,1. Si les instruments ont une sortie analogique, la conception de l'échelle et de l'aiguille doit satisfaire aux exigences du point 5 de la Recommandation Internationale OIML R 17 "Manomètres - vacuomètres - manovacuumètres indicateurs".
- 6.2.2. Dans le cas d'instruments avec indication numérique, la hauteur des chiffres ne doit pas être inférieure à 3 mm. Si les chiffres sont formés par une combinaison de barres et/ou de points, par exemple par diodes lumineuses, des moyens doivent être disponibles pour vérifier que tous les éléments fonctionnent. Dans le cas d'une panne d'alimentation, l'affichage doit cesser d'indiquer, ou afficher un signe d'alarme.
- 6.2.3. L'instrument doit être marqué clairement et de manière sûre avec l'unité de pression appropriée. Pour un instrument avec cadran et aiguille, le marquage doit être fait sur le cadran.

7. Marquages additionnels

7.1. Tous les baromètres, qu'ils soient à mercure ou à élément récepteur élastique, doivent être marqués clairement et de manière indélébile avec un numéro de série unique, le nom du fabricant, l'année de fabrication, la désignation du modèle sous forme de nombre ou de code et, si approprié, les marques de vérification. Ces marquages doivent être distincts de ceux de l'échelle pour éviter toute confusion.

7.2. Baromètres à mercure Les baromètres à mercure doivent être marqués clairement et de manière indélébile avec la légende suivante:

“Conditions standard: 0 °C, $g = 9,806\ 65\ \text{m/s}^2$ ”

Les baromètres du type à réservoir fixe doivent également porter clairement et de manière indélébile la valeur V/A en millimètres, quelle que soit l'unité dans laquelle l'échelle est graduée. (La grandeur V/A est le quotient du volume total de mercure dans le baromètre par l'aire effective de la section horizontale du réservoir).

7.3. Baromètres à élément récepteur élastique

7.3.1. Les baromètres à élément récepteur élastique doivent être marqués clairement et de manière indélébile pour indiquer la position de fonctionnement (position par rapport à la verticale) et l'étendue de pression.

7.3.2. Si une correction de température est nécessaire, cela doit être indiqué à un endroit bien visible.

8. Contrôles métrologiques

8.1. Types de contrôles métrologiques

Si dans un pays la législation interne exige que pour certaines applications un baromètre soit soumis aux contrôles métrologiques, ces contrôles doivent comprendre tout ou partie des opérations suivantes:

essai de modèle,
vérification primitive,
vérifications ultérieures ou périodiques.

8.2. Essai et approbation de modèle

8.2.1. Tout modèle nouveau ou modifié de baromètre destiné à des applications soumises aux contrôles métrologiques doit tout d'abord être soumis à un essai de modèle par une autorité appropriée.

8.2.2. Le modèle doit être essayé pour s'assurer qu'il satisfait aux exigences applicables de la présente Recommandation. Au moins 5 instruments doivent être essayés comme suit:

- i) examen des instruments, pour s'assurer qu'ils sont construits solidement et qu'ils satisfont, dans la mesure où elles s'appliquent, aux exigences du point 5 de la Recommandation,
- ii) examen des graduations et des marques, afin de s'assurer qu'elles satisfont, dans la mesure où elles s'appliquent, aux exigences des points 6 et 7 de la présente Recommandation,
- iii) évaluation des performances métrologiques des instruments, afin de s'assurer que les erreurs ne dépassent pas les valeurs maximales tolérées pour la classe de précision prévue, comme spécifié aux points 4 et 8.2.6 de la présente Recommandation.

8.2.3. L'essai doit être effectué dans des conditions qui satisfont au point A.2 de l'Annexe A de la présente Recommandation, et en utilisant un équipement satisfaisant au point A.3.

8.2.4. Les essais de performance doivent essentiellement être effectués sur toute l'étendue de mesure de pression de l'instrument et doivent consister en un nombre adéquat d'essais, chacun étant réalisé à un nombre adéquat de pressions d'essais, afin de fournir une estimation statistiquement significative de la valeur des erreurs, y compris les influences dues aux:

- a) erreurs de graduation de l'échelle,
- b) erreurs de réglage,
- c) erreurs de lecture,
- d) erreurs d'hystérésis,
- e) erreurs dues à des variations de la température ambiante,
- f) erreurs des thermomètres associés lorsqu'ils sont fournis,
- g) erreurs dues à des vibrations,
- h) toutes autres erreurs affectant la fidélité ou la reproductibilité, telles que celles qui résultent d'interférences électromagnétiques.

Une détermination séparée de l'erreur doit être faite pour chaque point d'essai, selon que l'on s'en approche par pressions supérieures et par pressions inférieures, sauf si des essais préalables ont montré qu'une procédure moins contraignante est adéquate.

8.2.5. L'autorité d'essai doit déterminer l'erreur de justesse, la fidélité, l'hystérésis et la stabilité à chaque pression et température d'essai.

8.2.6. Les performances d'un modèle d'instrument ne doivent être considérées comme satisfaisantes que si, après application de toutes les corrections nécessaires pour la température et l'accélération de la pesanteur, les conditions suivantes ont été satisfaites à chaque pression et température d'essai pour chaque instrument essayé:

- i) Erreur sur le résultat de mesure
Pour chaque observation à chaque pression et température d'essai, l'erreur sur le résultat de mesure pendant la vérification ne doit pas dépasser l'erreur maximale tolérée spécifiée au point 4.1.
- ii) Linéarité de la réponse
Les valeurs moyennes des erreurs obtenues dans des conditions de pression croissante ne doivent pas varier de plus que l'erreur maximale tolérée, sur tout intervalle d'au plus 10 kPa. De même, les valeurs moyennes des erreurs obtenues dans des conditions de pression décroissante ne doivent pas varier de plus de l'erreur maximale tolérée, sur tout intervalle d'au plus 10 kPa.
- iii) Hystérésis
La valeur absolue de l'erreur d'hystérésis, définie comme étant l'erreur moyenne obtenue dans des conditions de pression décroissante moins l'erreur moyenne obtenue dans des conditions de pression croissante, ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur maximale tolérée et, dans le cas des baromètres à élément récepteur élastique, l'erreur d'hystérésis ne doit pas être négative.
- iv) Stabilité
Dans le cas des baromètres à élément récepteur élastique, pour chaque pression d'essai, la différence entre les moyennes des erreurs obtenues dans des conditions de pression croissante, en deux jours différents, ne doit pas dépasser 33 % de l'erreur maximale tolérée. De même la différence entre les moyennes des erreurs obtenues dans des conditions de pression décroissante, en deux jours différents, ne doit pas dépasser 33 % de l'erreur maximale tolérée.
- v) Chacune des dispositions ci-dessus doit être satisfaite indépendamment de toute autre disposition; la conformité à l'une quelconque de ces exigences ne doit pas être interprétée comme une conformité à une autre exigence.

8.2.7. Si les résultats d'une première série d'essais de modèle sont satisfaisants, une seconde série doit être effectuée après une période de 6 mois ou plus, afin de s'assurer de la constance des instruments. La constance doit être considérée comme satisfaisante si les erreurs après six mois ne diffèrent pas des valeurs précédemment déterminées de plus de 50 % des erreurs maximales tolérées.

8.2.8. Si les résultats de la seconde série d'essais sont également satisfaisants et si le modèle est considéré comme pouvant recevoir l'approbation, l'autorité d'essai doit alors, conformément aux exigences nationales:

- i) définir les procédures pour les vérifications primitives et ultérieures des instruments du modèle essayé,
- ii) décider sur un temps maximum entre vérifications. En prenant cette décision, on devrait prendre en considération les contraintes de la mise en application, la fréquence d'utilisation supposée, les conditions de logement de l'instrument et la possibilité que l'instrument fasse l'objet de transports,
- iii) délivrer un certificat d'approbation de modèle contenant les informations suivantes:
 - a) nom de l'autorité d'essai,
 - b) nom du fabricant,
 - c) désignation du modèle par un nombre, un nom ou un code,
 - d) classe de précision attribuée au modèle et erreur maximale correspondante au moment de la vérification et en service après application des corrections appropriées,
 - e) brève description de l'instrument et son fonctionnement,
 - f) étendue de pression de l'examen,
 - g) étendue de température de l'examen,
 - h) brève description des essais métrologiques effectués durant les essais,
 - i) traçabilité des étalons utilisés pour les essais,
 - j) toutes limitations particulières d'utilisation de l'instrument,
 - k) procédures de vérification,
 - l) date d'achèvement des essais,
 - m) intervalle maximum de temps entre vérifications.

8.3. Vérification

8.3.1. Seuls les baromètres d'un modèle approuvé peuvent être soumis à la vérification.

8.3.2. Les vérifications primitives et ultérieures d'un baromètre doivent être effectuées par une autorité qualifiée et accréditée et, selon les réglementations nationales, doivent inclure les opérations suivantes:

- i) examen de l'instrument pour s'assurer qu'il est en bonne condition et pour vérifier que sa construction, sa graduation et son marquage sont conformes au modèle approuvé,
- ii) contrôle du fait que la documentation prescrite est au complet,
- iii) essai des performances métrologiques de l'instrument, comme spécifié dans le certificat d'approbation de modèle et selon les recommandations de l'Annexe A,
- iv) détermination des erreurs, comme spécifié dans le certificat d'approbation de modèle, pour s'assurer de la conformité avec la classe de précision supposée, comme spécifié aux points 4 et 8.2.6,
- v) délivrance d'un certificat de vérification et/ou apposition sur l'instrument des marques de vérification conformément aux exigences nationales.

8.3.3 Si un baromètre a été réparé, il doit être revérifié avant nouvelle utilisation.

8.4. Certificat de vérification

Le certificat de vérification d'un instrument doit, selon les exigences nationales, comprendre les indications suivantes:

- i) nom de l'autorité d'essai approuvée qui a effectué les essais,
- ii) nom du propriétaire de l'instrument,
- iii) nom du fabricant,
- iv) désignation, numéro ou code du modèle approuvé auquel l'instrument est conforme,
- v) numéro, date et origine du certificat d'approbation de modèle,
- vi) classe de précision assignée,
- vii) brève description du baromètre,
- viii) numéro de série de l'instrument,
- ix) numéro de série du thermomètre associé, s'il est fourni,
- x) année de fabrication, si elle est connue,
- xi) étendue de pression de la vérification,
- xii) étendue de température de la vérification,
- xiii) brève description des essais de vérification,
- xiv) traçabilité des étalons utilisés pour la vérification,
- xv) toutes limitations spéciales sur l'utilisation de l'instrument, par exemple étendue de température en dehors de laquelle sa vérification n'est pas valide,
- xvi) date de l'achèvement de l'examen,
- xvii) date à laquelle le certificat de vérification perd sa validité,
- xviii) copie du rapport d'étalonnage.

Ces exigences sont résumées en Annexe B.

ANNEXE A

PROCEDURES D'ETALONNAGE ET D'ESSAI

A. 1. Exigences générales

A.1.1. Afin de bénéficier pleinement de toutes les possibilités de mesure d'un baromètre, celui-ci devrait être étalonné avant utilisation et réétalonné à des intervalles réguliers en service. Cela s'applique à tous les baromètres, même ceux qui ne sont pas destinés à être utilisés dans des applications soumises aux contrôles métrologiques.

A.1.2. Si un baromètre a été réparé, il doit être réétalonné. Autrement, l'intervalle entre réétalonnages doit être fixé conformément au contenu du point 8.2.8.ii).

A.2. Conditions d'étalonnage

A.2.1. L'équipement d'étalonnage et les baromètres soumis aux essais ne doivent pas être directement à la lumière du soleil. Aucune vibration ou variation brusque de la pression ambiante ne doit entraîner d'erreur supérieure à 25 % de l'erreur maximale tolérée.

A.2.2. La température pendant l'étalonnage doit être à l'intérieur de l'étendue dans laquelle le baromètre est destiné à être utilisé et doit être constante à ± 1 °C. Si cependant il est prévu que le baromètre soit utilisé à des températures supérieures ou inférieures de plus de 5 °C à celles du laboratoire d'étalonnage, des essais additionnels sont exigés à des températures appropriées afin de déterminer les corrections nécessaires, sauf si les essais d'approbation de modèle ont montré que cela n'était pas nécessaire.

A.3. Equipement d'étalonnage

A.3.1. Après application de toutes les corrections nécessaires, l'erreur sur les résultats de mesure due aux étalons de référence ou de travail utilisés pour l'étalonnage ne doit pas dépasser 25 % de l'erreur maximale tolérée sur l'instrument à étalonner. L'étalonnage de l'étalon doit assurer sa traçabilité aux étalons nationaux.

A.3.2. Afin de satisfaire à la présente Recommandation, les baromètres doivent être étalonnés à la fois pour des pressions croissantes et décroissantes, pratiquement sur toute leur étendue de mesure de la pression. En conséquence, l'étendue totale des pressions d'essai doit être appliquée d'une façon contrôlée, au-delà de ce qui pourrait être obtenu avec des modifications naturelles de la pression atmosphérique. Si un baromètre n'a pas de tube de mise à l'atmosphère tel que décrit au point 5.2.7, il doit être étalonné dans une chambre d'essai dans laquelle la pression peut varier progressivement dans toute l'étendue de mesure du baromètre. Lors des observations, la vitesse de variation de la pression d'essai appliquée ne doit pas dépasser $10 \text{ Pa} \cdot \text{min}^{-1}$.

A.3.3. Les étalons de référence ou de travail utilisés pour l'étalonnage de tout thermomètre associé avec le baromètre doivent couvrir l'étendue totale du thermomètre et, après application de toutes corrections nécessaires, ne pas avoir une erreur de mesure supérieure à $\pm 0,1$ °C.

A.4. Contrôles préliminaires

A.4.1. Avant l'étalonnage, tous les baromètres et leurs thermomètres associés doivent être examinés pour s'assurer qu'ils sont en bon état et que leur construction, leur graduation et leur marquage satisfont aux points 5, 6 et 7 de la présente Recommandation.

A.4.2. Dans le cas des baromètres à mercure, on doit effectuer un contrôle, si cela est possible et avant l'étalonnage, de l'absence de toute trace significative d'air dans l'espace de vide au-dessus de mercure. Cet essai consiste souvent à écouter s'il y a des "clics" métalliques lorsque le baromètre est incliné doucement.

A.4.3. Le cas échéant, le baromètre doit subir un essai d'étanchéité conformément aux exigences du point 5.1.2. La vitesse de fuite doit être contrôlée 3 fois, chaque essai d'étanchéité ne durant pas moins que 5 minutes.

A.4.4. Si nécessaire, et après accord mutuel entre l'autorité d'étalonnage et le propriétaire, l'échelle du baromètre ou la quantité de mercure dans le réservoir doit être ajustée afin de réduire l'erreur de mesurage. Un tel ajustement n'est permis qu'après un contrôle préliminaire et avant l'étalonnage final. Aucun ajustement ne doit être effectué pendant ou après l'étalonnage final.

A.S. Procédure d'étalonnage

A.5.1. Généralités

A.5.1.1. Les baromètres soumis à l'étalonnage doivent être placés dans les conditions ambiantes du laboratoire d'étalonnage pendant au moins 10 heures avant que l'étalonnage ne commence.

A.5.1.2. Pendant tout l'étalonnage l'instrument doit être utilisé conformément aux instructions du manuel fourni.

A.5.1.3. Le nombre de pressions d'essai dépend de la linéarité de l'instrument, comme obtenue par expérience ou lors des essais de modèle; cependant, des corrections instrumentales doivent être déterminées pour au moins 4 pressions d'essai réparties sur toute l'étendue de l'instrument et séparées par des intervalles de pression ne dépassant pas 5 kPa. L'une des pressions d'essai doit être 100 kPa si cette pression se situe dans les limites de mesure de l'instrument. Chaque cycle d'étalonnage inclut une série d'observations faites pour des pressions progressivement croissantes et une série d'observations faites pour des pressions progressivement décroissantes. Entre les points d'essai, la pression doit changer graduellement, à une vitesse ne dépassant pas 0,5 kPa par minute, et doit être maintenue pratiquement constante pendant au moins 5 minutes avant d'effectuer les observations.

A.5.1.4. Le thermomètre associé, s'il est fourni, doit être étalonné dans toute l'étendue de température spécifiée pour le baromètre à des intervalles de température ne dépassant pas 10 °C.

A.5.2. Baromètres à mercure

A.5.2.1. Le baromètre doit être doucement tapoté avant chaque observation.

A.5.2.2. Pour les instruments des classes de précision 0,02 ou 0,05, le cycle d'essai doit être répété pour fournir deux ensembles complets d'observations.

A.5.3. Baromètres à élément récepteur élastique

L'étalonnage doit prendre la forme de deux essais de pression cyclique, effectués de préférence à des jours différents.

A.6. Rapport d'étalonnage

Le rapport d'étalonnage d'un instrument doit comprendre les indications suivantes:

- i) nom de l'autorité d'essai,
- ii) nom du propriétaire du baromètre,
- iii) nom du fabricant,

- iv) désignation du modèle, nombre ou code,
- v) classe de précision assignée,
- vi) brève description du baromètre,
- vii) numéro de série de l'instrument,
- viii) numéro de série du thermomètre associé, lorsqu'il est fourni,
- ix) année de fabrication, si connue,
- x) étendue de pression de l'examen,
- xi) étendue de température de l'examen,
- xii) brève description des essais,
- xiii) traçabilité et erreur maximale de mesure des étalons de pression et de température utilisés pour l'étalonnage,
- xiv) corrections de mesure à chaque pression d'essai, calculées en prenant la valeur moyenne obtenue pour des pressions croissantes et décroissantes,
- xv) dans le cas des baromètres à éléments récepteurs élastiques, hystérésis à chaque pression d'essai, exprimé comme la différence entre la valeur moyenne des erreurs pour des pressions décroissantes et la valeur moyenne des erreurs pour des pressions croissantes à chaque pression d'essai,
- xvi) corrections à appliquer au thermomètre associé, lorsqu'il est fourni,
- xvii) date à laquelle l'étalonnage a été réalisé,
- xviii) date recommandée pour réétalonnage.

Ces exigences sont résumées en Annexe B.

ANNEXE B

RESUME DES RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX INFORMATIONS EXIGÉES SUR LES DOCUMENTS

Note: Ces exigences peuvent varier selon les réglementations nationales

Informations exigées	Certificat d'approbation de modèle	Certificat de vérification	Rapport d'étalonnage
Nom de l'autorité d'essai	+	+	+
Nom du propriétaire du baromètre	0	+	+
Nom du fabricant	+	+	+
Numéro ou code de la désignation du modèle	+	+	+
Numéro, date et origine du certificat d'appro- bation de modèle	0	+	0
Classe de précision assignée	+	+	+
Brève description du baromètre	+	+	+
Numéro de série du baromètre	0	+	+
Numéro de série du thermomètre associé	0	+	+
Année de fabrication	0	+	+
Etendue de pression de l'examen	+	+	+
Etendue de température de l'examen	+	+	+
Brève description des essais	+	+	+
Traçabilité des étalons utilisés	+	+	+
Corrections du baromètre	0	0	+
Corrections du thermomètre associé	0	0	+
Limitations d'utilisation	+	+	0
Procédures de vérification	+	0	0
Date d'achèvement de l'examen	+	+	+
Intervalle maximum recommandé pour l'exa- men	+	+	+
Copie du rapport d'étalonnage	0	+	+

+ exigé

0 non exigé