
**Vibrations mécaniques — Évaluation des
vibrations des machines par mesurages sur
les parties non tournantes —**

Partie 6:

Machines alternatives de puissance nominale
supérieure à 100 kW

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e-4462-97da-4d2d70a6f6ae/iso-10816-6-1995>

*Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on
non-rotating parts —*

Part 6: Reciprocating machines with power ratings above 100 kW



Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 10816-6 a été élaborée conjointement par les comités techniques ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*, et ISO/TC 70, *Moteurs à combustion interne*, SC 2, *Performances et essais*.

L'ISO 10816 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes*:

- *Partie 1: Directives générales*
- *Partie 2: Turboalternateurs installés sur fondation radier, excédant 50 MW*
- *Partie 3: Machines industrielles de puissance nominale supérieure à 15 kW et de vitesse nominale entre 120 tr/min et 15 000 tr/min, lorsqu'elles sont mesurées in situ*
- *Partie 4: Ensembles de turbines à gaz, à l'exception des turbines dérivées de celles utilisées en aéronautique*
- *Partie 5: Groupes générateurs de puissance et installations de pompage hydrauliques*

© ISO 1995

Droit de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

— *Partie 6: Machines alternatives de puissance nominale supérieure à 100 kW*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 10816. Les annexes B à D sont données uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10816-6:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c4fb6f1-ce7e-4462-97da-4d2d70a6f6ae/iso-10816-6-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c4fb6f1-ce7e-4462-97da-4d2d70a6f6ae/iso-10816-6-1995>

Introduction

L'ISO 10861-1 donne des indications d'ordre général permettant de procéder à l'évaluation des vibrations de machines en mesurant leurs parties non tournantes. La présente partie de l'ISO 10816 constitue un nouveau document qui détermine les modes opératoires et les lignes directrices de mesurage et de classification des vibrations mécaniques de machines alternatives. En général, la présente partie de l'ISO 10816 fait référence à des vibrations au niveau de la structure principale de la machine, et les valeurs indicatives pour ces vibrations sont tout d'abord définies dans le but de donner une classification des vibrations de la machine, tout en évitant les problèmes liés au montage d'équipements auxiliaires sur cette structure. La présente partie de l'ISO 10816 fournit également des recommandations concernant les critères de mesurage et d'évaluation.

Les caractéristiques types des machines à mouvement alternatif sont les suivantes: masses en rotation, couples à la sortie (à l'entrée) à variation cyclique et forces pulsatoires dans les tuyauteries associées. Toutes ces caractéristiques engendrent des forces alternatives considérables sur les supports principaux et des amplitudes de vibration du bâti principal. Les amplitudes de vibration des machines alternatives sont généralement supérieures à celles des machines rotatives; par contre, comme elles sont en grande partie liées aux caractéristiques de conception de la machine, elles ont tendance, pendant la durée de vie de la machine, à être plus constantes que celle des machines rotatives.

Dans le cas de machines alternatives, les vibrations mesurées au niveau de la structure principale de la machine et quantifiées selon la présente partie de l'ISO 10816 ne peuvent donner qu'une idée imprécise des contraintes et de l'état vibratoire des composants, dans la machine elle-même. Par exemple, il est généralement difficile de déterminer les vibrations de torsion des parties tournantes par des mesures sur la structure de la machine. Tout dommage pouvant survenir lors du dépassement des valeurs indicatives, celles-ci étant basées sur l'expérience de machines similaires, est généralement supporté par les composants montés sur la machine (par exemple les turbo-compresseurs, les échangeurs thermiques, les régulateurs, les filtres et les pompes), les éléments raccordant la machine à ses parties périphériques (par exemple les canalisations) ou les instruments de surveillance (par exemple les manomètres, les thermomètres). Les valeurs de vibration à partir desquelles il faut s'attendre à des dommages dépendent en grande partie de la conception des composants et de leurs fixations.

Dans certains cas, des mesurages particuliers de certains composants de machines seront exigés afin de s'assurer que les valeurs de vibration sont admissibles. Il peut également arriver que des problèmes surgissent alors que les valeurs mesurées sont dans les valeurs limites autorisées, en raison de la grande variété des composants qui peuvent être associés. De tels problèmes peuvent et doivent être résolus par des mesures locales spécifiques (notamment par l'élimination de résonances). Cependant, l'expérience montre qu'il est possible, dans la majeure partie des cas, d'indiquer des quantités mesurables caractérisant l'état vibratoire et de leur donner des valeurs indicatives. Ceci démontre que les variables mesurables et les valeurs indicatives permettent de procéder à une évaluation fiable dans la plupart des cas. En ce qui concerne la grandeur décrite, caractérisant les valeurs de vibration des machines alternatives à piston, le terme «sévérité vibratoire» sera simplement utilisé.

Les valeurs de vibration de machines alternatives à piston ne sont pas seulement affectées par les propriétés de la machine elle-même mais, dans une large mesure, par ses fondations. Les machines alternatives pouvant agir en tant que générateurs de vibrations, une isolation antivibratoire entre la machine et ses fondations peut s'avérer nécessaire. Celle-ci, ainsi que la réponse vibratoire des fondations, peut avoir un effet considérable sur la vibration de la machine elle-même. Ces conditions vibratoires dépendent également de la transmissibilité de l'environnement autour de la machine; elles ne sont donc pas déterminées complètement par les valeurs de vibration de la machine elle-même. Pour ce qui concerne les effets des vibrations de la machine sur l'environnement, la présente partie de l'ISO 10816 ne peut donc être consultée qu'à titre informatif.

[ISO 10816-6:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c4fb6f1-ce7e-4462-97da-4d2d70a6f6ae/iso-10816-6-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c4fb6f1-ce7e-4462-97da-4d2d70a6f6ae/iso-10816-6-1995>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10816-6:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c4fb6f1-ce7e-4462-97da-4d2d70a6f6ac/iso-10816-6-1995>

Vibrations mécaniques — Évaluation des vibrations des machines par mesurages sur les parties non tournantes

Partie 6:

Machines alternatives de puissance nominale supérieure à 100 kW

iTeh STANDARD PREVIEW

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10816 prescrit les conditions générales et les procédés de mesure et d'évaluation des vibrations, effectués à partir de mesurages réalisés sur les parties non tournantes et non alternatives de machines complètes. Les vibrations d'arbre, y compris les vibrations de torsion, ne font pas l'objet de la présente partie de l'ISO 10816.

Elle s'applique généralement aux machines alternatives à piston, de puissance nominale supérieure à 100 kW, montées de façon rigide ou élastique. Les applications types sont, par exemple des moteurs marins à propulsion, des moteurs marins auxiliaires, des moteurs diesels de groupes électrogènes, des compresseurs à gaz et des moteurs diesels de locomotives.

Les critères généraux d'évaluation qui sont présentés font référence à la fois à la surveillance du fonctionnement et aux essais de réception. Ils sont également destinés à garantir que les vibrations de la machine n'affectent pas défavorablement l'équipement monté directement sur la machine.

En outre, il convient de surveiller la machine entraînée ou entraînant la machine alternative. Cela doit être pris en compte conformément aux normes appropriées et suivant la classification du fonctionnement prévu.

Les critères d'évaluation ne peuvent avoir qu'une application limitée, lorsque l'on considère les effets de

composants internes de la machine; par exemple, les problèmes de soupapes, de pistons libres, de segments de piston, etc. ont peu de chance d'être pris en compte dans les mesurages. L'identification de ces problèmes fait appel à des techniques de recherche qui ne font pas l'objet de la présente partie de l'ISO 10816.

Les mesures de bruit ne font également pas l'objet de la présente partie de l'ISO 10816.

Elle ne s'applique pas aux machines installées dans des véhicules routiers (camions, cars, machines pour la construction automotrices et tracteurs).

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10816. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10816 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 2041:1990, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10816, les définitions données dans l'ISO 2041 et la définition suivante s'appliquent.

3.1 sévérité vibratoire: Terme général qui désigne une valeur ou un ensemble de valeurs, tels que valeur maximale, valeur moyenne ou moyenne quadratique, ou d'autres paramètres descriptifs de la vibration. La sévérité vibratoire peut se rapporter à des valeurs instantanées ou à des valeurs moyennes.

NOTE 1 L'ISO 2041 inclut deux notes à la définition ci-dessus. Celles-ci ne s'appliquent pas à la présente partie de l'ISO 10816.

4 Mesurages

4.1 Instruments de mesure et grandeurs mesurées

Les critères de classification de la sévérité vibratoire, pour des machines alternatives, sont donnés à l'article 5. Les classifications reposent sur le mesurage des valeurs de vibrations globales de déplacement, de vitesse et d'accélération, dans une plage de fréquences de 2 Hz à 1 000 Hz.

Il est admis que les fréquences d'excitation principale de machines alternatives sont généralement dans la plage 2 Hz à 300 Hz. Toutefois, lorsque l'on considère la machine dans son ensemble, y compris l'équipement auxiliaire qui est une partie fonctionnelle de la machine, une plage d'au moins 2 Hz à 1 000 Hz est requise afin de caractériser la vibration. Dans des cas particuliers, constructeur et client peuvent se mettre d'accord sur une plage de valeurs qui soit différente.

Le signal des vibrations globales comportant généralement plusieurs composantes de fréquence, il n'existe aucune relation mathématique simple entre les valeurs efficaces et les valeurs de crête ou entre les valeurs efficaces et les valeurs de crête-à-crête des mesurages des vibrations globales. Il convient donc de privilégier le système de mesurage qui donne les valeurs efficaces globales de déplacement, de vitesse et d'accélération avec une précision de $\pm 10\%$ dans la plage de 10 Hz à 1000 Hz et une précision de $\pm 10\%$ dans la plage de 2 Hz à 10 Hz. Ces valeurs peuvent être obtenues grâce à un capteur unique dont le signal est traité pour obtenir les grandeurs qui ne sont pas directement mesurées (par exemple un accéléromètre dont le signal de sortie est intégré une fois pour la vitesse et deux fois pour le déplacement). Il convient de s'assurer qu'aucun

traitement n'affecte défavorablement le niveau de précision requis du système de mesurage.

La réponse en fréquence et les amplitudes de vibration mesurées sont toutes deux affectées par la méthode de fixation du(des) transducteur(s). Il importe de garantir une bonne fixation entre le transducteur et la machine, lorsque les valeurs de vibration sont élevées. Par exemple, l'ISO 5348 donne des indications de montage pour les accéléromètres.

4.2 Points et directions de mesurage

Afin d'assurer une évaluation des mesurages des vibrations aussi uniforme que possible puis, ultérieurement, une comparaison qui soit la meilleure possible entre les différentes machines, des positions de mesurage préférentielles sont indiquées dans les figures 1 à 3. Il convient généralement d'effectuer les mesurages en ces points, dans les trois directions principales indiquées, concernant la machine.

Les machines représentées dans les figures 1 à 3 sont données à titre indicatif uniquement. Pour des configurations de machine différentes (par exemple pour des machines radiales), des points de mesure analogues s'appliquent.

Sous réserve que les points pour lesquels il faut s'attendre à la sévérité vibratoire maximale soient connus par expérience, il n'est pas nécessaire de prendre en compte tous les points de mesure indiqués sur les figures. Les positions accessibles des paliers chargés doivent être incluses. Toutefois, pour les essais de réception, l'utilisation de plusieurs points de mesure doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

Si plusieurs points de mesure sont pris en compte pour procéder à des investigations approfondies ou à des fins de comparaison, il est recommandé de prendre de préférence ceux indiqués dans les figures 1 à 3.

Lorsque le nombre exact de points de mesurage est choisi, il convient de tenir compte des restrictions relatives à la configuration et à l'installation de la machine particulière impliquée. Les points de mesurage doivent être choisis de sorte que le transducteur de vibration soit correctement fixé au bâti principal de la machine.

Les mesurages des vibrations des composants montés sur la machine peuvent donner des informations utiles en ce qui concerne leur défaillance; cependant, les valeurs indicatives dans la présente partie de l'ISO 10816 s'appliquent aux positions sur le bâti principal de la machine, données dans les figures 1 à 3.

EXEMPLE

Le bord supérieur droit du bâti, à l'extrémité d'accouplement de la machine, dans la direction horizontale (axe des y) est désigné comme:

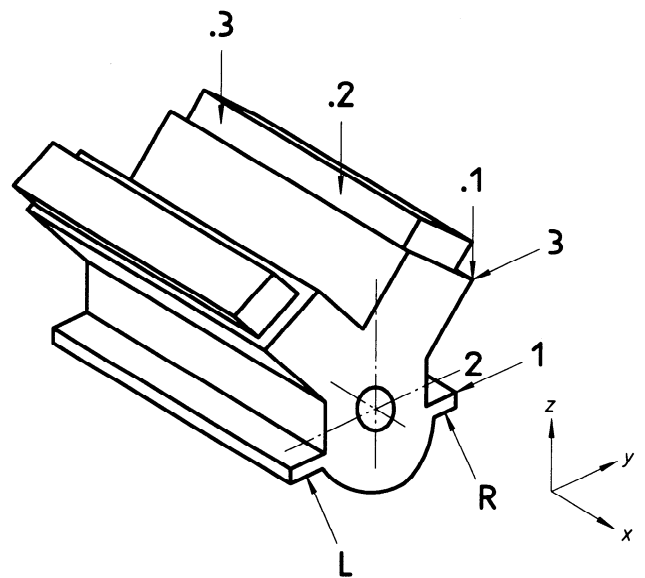
R3.1y

4.3 Conditions de fonctionnement en cours de mesurage

Il convient d'effectuer les mesurages lorsque la machine a atteint des conditions stabilisées de fonctionnement (par exemple température de fonctionnement normale). La détermination de la sévérité vibratoire de la machine doit s'appuyer sur la vibration maximale pouvant se produire dans la plage complète de puissance et de vitesse approuvée pour un fonctionnement normal.

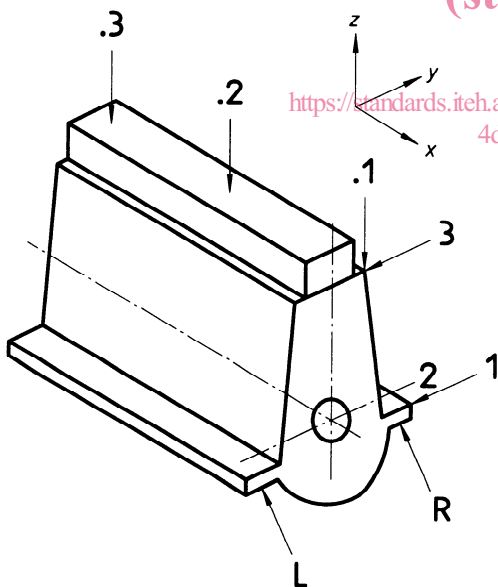
4.4 Consignation des résultats mesurés

Il convient que la consignation des résultats mesurés comporte des données essentielles sur la machine et le système de mesure utilisé. Ces données peuvent être consignées dans les formulaires 1 et 2, donnés dans l'annexe B, qui peuvent servir de relevés de mesure.



NOTE — Pour la légende, voir figure 1.

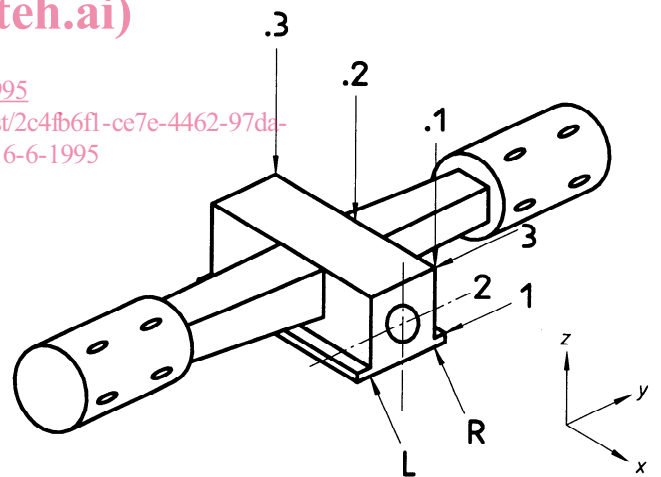
Figure 2 — Exemple d'une machine multicylindres en V



Légende

Côtés de mesurage	L	Gauche lorsqu'on fait face à la bride d'accouplement
	R	Droit lorsqu'on fait face à la bride d'accouplement
Niveaux de mesurage	1	Extrémité de la machine pour le montage
	2	Vilebrequin
	3	Bord supérieur du bâti
Points de mesurage concernant la longueur de la machine	.1	Extrémité d'accouplement
	.2	Milieu de la machine
	.3	Extrémité libre de la machine

Figure 1 — Exemple d'une machine en ligne verticale



NOTE — Pour la légende, voir figure 1.

Figure 3 — Exemple d'une machine horizontale à cylindres opposés

5 Critères de vibration

Les degrés de sévérité vibratoire sont présentés sous forme numérique dans le tableau 1 et sous forme graphique dans l'annexe C. Leur quantification nécessite de mesurer les valeurs efficaces globales (à large bande, 2 Hz à 1000 Hz) de déplacement, de vitesse et d'accélération. Les degrés de sévérité doivent être obtenus pour chacune des valeurs efficaces globales de déplacement, de vitesse et d'accélération les plus

élevées, mesurées sur le bâti principal de la machine. Le degré de sévérité vibratoire de la machine est le plus élevé des trois degrés obtenus.

Comme exemple, les valeurs de vibration données au tableau 2 ont été obtenues à la position R3.1 sur le bâti principal de la machine. Les degrés correspondants de sévérité vibratoire du tableau 1 sont donnés entre crochets. On pourrait en conclure que le degré de sévérité vibratoire de la machine à cette position est donc 28. Il convient d'examiner toutes les autres positions de manière similaire afin d'établir le degré de sévérité vibratoire maximal sur toute la machine.

Tableau 1 — Degrés de sévérité vibratoire
(de 2 Hz à 1 000 Hz)

Degré de sévérité vibratoire	Valeurs limites de vibration globale mesurées sur le bâti de la machine		
	Déplacement μm (eff)	Vitesse mm/s (eff)	Accélération m/s^2 (eff)
1,1	$\leq 17,8$	$\leq 1,12$	$\leq 1,76$
1,8	$\leq 28,3$	$\leq 1,78$	$\leq 2,79$
2,8	$\leq 44,8$	$\leq 2,82$	$\leq 4,42$
4,5	$\leq 71,0$	$\leq 4,46$	$\leq 7,01$
7,1	≤ 113	$\leq 7,07$	$\leq 11,1$
11	≤ 178	$\leq 11,2$	$\leq 17,6$
18	≤ 283	$\leq 17,8$	$\leq 27,9$
28	≤ 448	$\leq 28,2$	$\leq 44,2$
45	≤ 710	$\leq 44,6$	$\leq 70,1$
71	≤ 1125	$\leq 70,7$	≤ 111
112	≤ 1784	≤ 112	≤ 176
180	> 1784	> 112	> 176

NOTE — Les valeurs proviennent d'un déplacement constant dans la plage de 2 Hz à 10 Hz, d'une vitesse constante de 10 Hz à 250 Hz et d'une accélération constante de 250 Hz à 1 000 Hz.

La valeur de la sévérité vibratoire associée à un type de machine particulier dépend de sa taille et de sa masse, des caractéristiques de son montage; de ses conditions de fonctionnement, etc. Il s'avère ainsi nécessaire de prendre en compte les différents objectifs et les circonstances intervenant lors de l'application des degrés de sévérité vibratoire. La valeur maximale mesurée sur la longueur globale de la machine sera ensuite utilisée pour déterminer la sévérité vibratoire. Les numéros de classification des machines alternatives et les valeurs indicatives sont spécifiées à l'annexe A.

Les montages flexibles sont largement utilisés pour limiter les effets de la machine sur l'environnement. La présente partie de l'ISO 10816 ne traite ni de leur conception, ni de leur application.

NOTES

2 Des lignes directrices sur les isolateurs de vibration sont données dans l'ISO 2017.

3 Des lignes directrices sur les effets des vibrations sur les bâtiments sont données dans l'ISO 4866.

Tableau 2 — Exemple de valeurs de vibration

Position	Valeurs de vibration mesurées		
	Déplacement μm (eff)	Vitesse mm/s (eff)	Accélération m/s^2 (eff)
R3.1x	100 [degré 7,1]	15 [degré 18]	9 [degré 7,1]
R3.1y	150 [degré 11]	16 [degré 18]	8 [degré 7,1]
R3.1z	250 [degré 18]	22 [degré 28]	10 [degré 7,1]

Annexe A **(normative)**

Classification des vibrations des machines

Les numéros de classification des vibrations des machines ainsi que les valeurs indicatives pour les machines alternatives sont donnés au tableau A.1. Les valeurs indicatives sont utiles lors de l'évaluation de la sévérité vibratoire à laquelle peuvent être soumis le bâti de la machine ainsi que les équipements auxiliaires.

Une machine alternative peut appartenir à plusieurs classes, en fonction de son type, son application, sa taille, sa configuration, son montage, flexible ou rigide, et sa vitesse. Par exemple, de nombreux moteurs diesels du domaine de la marine ou de l'industrie peuvent être classés suivant le numéro 5, 6 ou 7.

En fonction des circonstances, des recommandations pour les valeurs indicatives de sévérité vibratoire, acceptables, seront élaborées pour des types particuliers de machines. Pour l'instant, les classifications peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et les clients, à partir de l'expérience ou des résultats du fonctionnement.¹⁾

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10816-6:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c4fb6f1-ce7e-4462-97da-4d2d70a6f6ae/iso-10816-6-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c4fb6f1-ce7e-4462-97da-4d2d70a6f6ae/iso-10816-6-1995>

1) Il est souhaitable de recevoir des informations sur les valeurs de vibration des machines alternatives et elles devraient être communiquées aux organismes nationaux de normalisation dans le pays d'origine pour être ensuite transmises au secrétariat de l'ISO/TC 108/SC 2.