

NORME INTERNATIONALE

**ISO
9611**

Première édition
1996-08-01

Acoustique — Caractérisation des sources de bruit solide pour estimer le bruit rayonné par les structures auxquelles elles sont fixées — Mesurage de la vitesse aux points de contact des machines à montage élastique

ISO 9611:1996

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8558da8b-0e87-4753-a8ab-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8558da8b-0e87-4753-a8ab-710cece157ee/iso-9611-1996)

*Acoustics — Characterization of sources of structure-borne sound with
respect to sound radiation from connected structures — Measurement of
velocity at the contact points of machinery when resiliently mounted*



Numéro de référence
ISO 9611:1996(F)

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 9611 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

Les annexes A à D font partie intégrante de la présente Norme internationale. Les annexes E à J sont données uniquement à titre d'information.

ISO 9611:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8558da8b-0e87-4753-a8ab-710cecef57ce/iso-9611-1996>

© ISO 1996

Droits 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

Introduction

La présente Norme internationale fait partie d'une série de documents de base qui spécifient différentes méthodes de caractérisation des machines ou équipements en tant que sources d'émission de bruit solidien pour estimer le bruit rayonné par les structures auxquelles elles sont fixées.

L'application de la présente Norme internationale à une certaine famille de machines nécessite des prescriptions supplémentaires telles que, par exemple, les conditions de fonctionnement bien définies fournies par un code d'essai spécifique. La présente Norme internationale décrit comment, à chaque point de connection, un élément élastique de six composantes de la vibration peut être mesuré et donne des écarts-types estimés pour leur incertitude de mesurage pour des fréquences dans une gamme de fréquences donnée. Pour une machine spécifique, une famille de machines ou pour une application spécifique, un nombre moindre de composantes peut être suffisant pour caractériser la source, le nombre de composantes mesurées peut donc être réduit et la gamme de fréquences définie peut être augmentée ou réduite en conséquence.

0.1 Considérations d'ordre général

Le bruit aérien dans les bâtiments, les bateaux et les véhicules ainsi que le bruit sous l'eau rayonné par les bateaux a souvent pour origine les vibrations des machines ou des équipements. En général, un tel bruit est émis au moins de deux façons:

- a) directement à partir des surfaces extérieures de la machine dans l'air environnant; les méthodes de mesurage pour sa détermination sont données dans la série ISO 3740 à ISO 3747 et dans l'ISO/TR 7849;
- b) à partir des structures connectées à la machine; ce rayonnement de bruit a pour origine le bruit solidien émis par la machine et transmis aux structures raccordées, telles que les fondations (les assises), les tuyauteries, d'autres machines couplées ou l'équipement auxiliaire connecté.

Conformément à b) ci-dessus, la présente Norme internationale concerne les machines et équipements qui émettent du bruit solidien dans les structures auxquelles ils sont reliés, dans la mesure où ces structures sont à l'origine du bruit aérien ou hydraulique émis.

Le mesurage et l'évaluation des vibrations de la machine en fonction de la sensibilité humaine, le fonctionnement sans problèmes des machines couplées ou connectées, ainsi que la fatigue solidienne et la durée de vie de la machine elle-même ne sont pas traités par la présente Norme internationale. Ces domaines sont couverts par les Normes internationales du comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*. (Voir, par exemple, ISO 10816-1.)

Un des grands problèmes que pose le mesurage de l'émission des bruits solidiens est le choix des quantités qui caractérisent la «force» d'une

source. La caractéristique complète et totalement exacte d'une source de bruit solidien entraînerait un grand nombre de mesurages; il faut donc trouver un juste équilibre entre l'exactitude et la simplicité de la méthode. Dans le contexte de la normalisation, la simplicité est prioritaire; par conséquent, il a été essayé de décrire la «force» à partir d'un nombre restreint de quantités fonction de la fréquence.

Des descriptions simplifiées de la source sont possibles lorsque les deux hypothèses suivantes sont satisfaites:

- a) les fixations de la machine à la structure environnante sont assimilables à des «points»;
- b) il existe un écart de mobilité considérable de la source et de la structure réceptrice pour les degrés de liberté de vibration à tous les points de fixation.

Dans de tels cas, les sources peuvent être décrites à l'aide d'un nombre limité de spectres de force si les mobilités de la source sont relativement élevées et à l'aide d'un nombre restreint de spectres de vitesse si les mobilités de la source sont relativement basses; cela est vrai en comparant les mobilités des points correspondants de la structure réceptrice. Un élément très important réside dans le fait que, pour une certaine gamme de structures réceptrices, ces descriptions de la source sont indépendantes des caractéristiques précises de la structure réceptrice.

Dans beaucoup de cas pratiques, les descripteurs de la source obtenus sont encore trop compliqués et il est encore nécessaire de les réduire à une, deux ou trois quantités dépendant de la fréquence. Les annexes contiennent des règles pour le choix des conditions dans lesquelles des simplifications supplémentaires sont possibles.

[ISO 9611:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8558da8b-0e87-4753-a8ab-710cece57ce/iso-9611-1996)

0.2 Considérations spécifiques

La présente Norme internationale fait partie d'une série de documents spécifiant différentes méthodes de caractérisation des sources de bruit solidien (c'est-à-dire de caractérisation des sources de vibrations) dans le domaine des fréquences audibles. Ce document donne une description détaillée d'une première méthode de cette série¹⁾. Les résultats obtenus selon la présente Norme internationale peuvent être utilisés aux fins suivantes:

- a) obtenir des données destinées à la préparation de spécifications techniques;
- b) comparer les bruits solidiens émis par les machines à montage élastique de même type et de mêmes dimensions;
- c) obtenir des données de base pour la prévision et le contrôle du bruit (par exemple données de base pour le calcul de la transmission des bruits solidiens aux structures reliées par l'intermédiaire de supports élastiques).

La présente méthode concerne le mesurage des niveaux de vitesse de translation et angulaire, au niveau des supports et des autres points de contact d'une machine montée de façon élastique (sur isolateurs). Dans le domaine de fréquences concerné par la méthode, les isolateurs, les liaisons élastiques et les assises choisis sont tels que les vibrations des

1) Actuellement, les Normes internationales prescrivant les autres méthodes et un document récapitulatif de base sont en cours d'élaboration.

points de contact ne sont pas affectés par leur présence d'une manière significative. En conséquence, les résultats représentent les niveaux de vitesse vibratoire «libre» des points de contact. La méthode est restreinte par ailleurs par l'exigence qu'un support de la machine ou la structure de contact de la machine pour une autre liaison élastique puisse être considéré du point de vue vibratoire comme des corps rigides. Cela implique une fréquence limite supérieure.

L'application directe des résultats est limitée par les restrictions mentionnées ci-dessus. Malgré ces dernières, la méthode peut être précieuse pour un large éventail de machines, par exemple pour les moteurs diesels, les générateurs diesels, les moteurs électriques, les compresseurs, les ventilateurs, les tours et les presses. Pour la plupart de ces machines, il sera possible d'appliquer la méthode dans le domaine de fréquences comprises entre environ 20 Hz et au moins 1 kHz: c'est dans ce domaine de fréquences que, dans la pratique, le plus de problèmes de bruits solidiens est rencontré.

La présente Norme internationale décrit des mesurages pour les six degrés de liberté, c'est-à-dire les six composantes de vitesse (trois translations orthogonales et trois rotations orthogonales) au niveau de chaque point de liaison. Certaines de ces composantes peuvent être négligées pour des machines et des applications spécifiques.

Il existe d'ores et déjà une bonne expérience de la méthode pour certains types de machines (par exemple les générateurs diesels des navires), qui constitue la base de la présente Norme internationale.

Il convient de considérer la présente Norme internationale comme un document fondamental à partir duquel il est possible de définir une méthode normalisée de mesurage pour une classe particulière de machines. Il convient de préciser les détails concernant les conditions de fonctionnement de la machine soumise à l'essai, le type de montage et d'assise à prévoir, les composantes vibratoires à considérer, la méthode de sélection des données moyennées, la vérification des dispositifs d'essai, la précision de la méthode et l'applicabilité de ses résultats.

Les Normes internationales suivantes ont été consultées principalement lors de l'élaboration de la présente Norme internationale: ISO 1683, ISO 2017, ISO 2372, ISO 5347 (toutes ses parties), ISO 5348, ISO 7626-1, ISO 10816-1, CEI 651 et CEI 1260. La présente Norme internationale est, dans une certaine mesure, un approfondissement de l'ISO 10816-1, particulièrement en ce qui concerne les solutions apportées aux problèmes acoustiques.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9611:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8558da8b-0e87-4753-a8ab-710cecef57ce/iso-9611-1996>

Acoustique — Caractérisation des sources de bruit solidien pour estimer le bruit rayonné par les structures auxquelles elles sont fixées — Mesurage de la vitesse aux points de contact des machines à montage élastique

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La présente Norme internationale spécifie une méthode de caractérisation approximative des sources de bruit solidien par mesurage des spectres des niveaux de vitesse (réalisant une suspension libre) par bande de tiers d'octave (ou, si approprié, par bande d'octave) au niveau des supports ou autres points de contact de machines installées sur des isolateurs élastiques. Cette émission de bruits solidiens est déterminée à partir du bruit aérien rayonné par les structures reliées à la source en essai. Les résultats ne sont valables que dans les situations où la machine est installée sur des isolateurs suffisamment élastiques et sur une assise suffisamment rigide et lourde.

NOTE 1 Des exigences plus précises sont données en annexe H. L'annexe E donne un aperçu du fondement théorique de la méthode.

Il est possible de respecter les exigences pour le dispositif d'essai dans pratiquement tous les environnements.

Les vitesses mesurées aux points de contact définis ne fournissent pas une description complète des bruits solidiens émis par la machine. Mais dans les conditions particulières relatives aux machines à montage élastique décrites dans la présente Norme internationale, cette description fournit un sous-ensemble de données sur les sources d'émission exigées pour la caractérisation.

Les résultats peuvent servir à

- a) obtenir des données pour établir des spécifications techniques;

- b) comparer des machines de type et de dimensions semblables;
- c) obtenir des données de base pour les calculs de transmission des bruits solidiens.

1.2 Domaine de fréquences

Le domaine de fréquences pour lequel s'applique la méthode est délimité par une fréquence inférieure f_1 et une fréquence supérieure f_2 .

La fréquence limite inférieure f_1 est déterminée par le fait que les supports de la machine vibrent librement, c'est-à-dire sans être affectés par les isolateurs ni par la structure de l'assise sur laquelle ces derniers sont montés. L'annexe A contient des recommandations pour déterminer f_1 .

La fréquence limite supérieure f_2 est déterminée en prenant pour hypothèse que les supports se comportent comme des sources ponctuelles de bruit solidien. L'annexe B contient des recommandations pour déterminer f_2 .

NOTES

2 Pour de nombreuses machines, des isolateurs donnant une fréquence f_1 comprise entre 20 Hz et 40 Hz peuvent être choisis.

3 Un grand nombre de machines ont une structure telle que f_2 est comprise entre 1 kHz et 4 kHz.

1.3 Types de bruit

La présente Norme internationale s'applique aux bruits stables.

1.4 Degrés de liberté

Les méthodes décrites visent les six composantes de la vitesse: trois vitesses de translation orthogonales et trois vitesses angulaires orthogonales.

Dans le cas de machines et d'applications particulières, s'il peut être démontré que si un nombre restreint de composantes est suffisant pour caractériser la source, il est possible de réduire le nombre de composantes à mesurer (voir annexe F).

1.5 Types de points de contact

Les méthodes décrites dans la présente Norme internationale visent les principaux supports d'une machine. La méthode est cependant applicable à d'autres points de connexion de la machine par des éléments élastiques telles que les brides de fixation d'un accouplement flexible d'arbre de moteur diesel ou les liaisons souples avec les tuyauteries. Dans ces cas, les méthodes de détermination de f_1 et de f_2 (voir annexes A et B) peuvent être adaptées à la condition unique applicable.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 5348:1987, *Vibrations et chocs mécaniques — Fixation mécanique des accéléromètres*.

CEI 651:1979, *Sonomètres*.

CEI 804:1985, *Sonomètres intégrateurs-moyenneurs*.

CEI 1260:1995, *Electroacoustique — Filtres de bandes d'octave et de bande d'une fraction d'octave*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 bruit solidien: Vibrations transmises par des structures solides dans le domaine des fréquences audibles.

3.2 surface de contact: Surface par laquelle le bruit solidien est transmis de la machine vers les structures environnantes. (Voir figure 2.)

3.3 point de contact: Surface de contact reliée à un isolateur.

3.4 source ponctuelle de bruit solidien: Surface de contact vibrant comme la surface d'un corps rigide.

3.5 niveau de vitesse de translation, L_v : Niveau donné par

$$L_v = 10 \lg \frac{v^2}{v_0^2} \text{ dB} \quad \dots (1)$$

où

v est la valeur efficace de la vitesse vibratoire de translation, en mètres par seconde, dans une direction donnée et pour une bande de fréquences donnée;

v_0 est la vitesse de référence (5×10^{-8} m/s)².

Il est exprimé en décibels.

3.6 niveau de vitesse angulaire, L_Ω : Niveau donné par

$$L_\Omega = 10 \lg \frac{\Omega^2}{\Omega_0^2} \text{ dB} \quad \dots (2)$$

où

Ω est la valeur efficace de la vitesse vibratoire angulaire, en radians par seconde, par rapport à un axe donné et pour une bande de fréquences donnée;

Ω_0 est la vitesse angulaire de référence (5×10^{-8} s⁻¹)².

Il est exprimé en décibels.

3.7 écart-type de répétabilité, σ_r : Écart-type des résultats d'essai obtenus dans des conditions de répétabilité.

NOTE 4 C'est un paramètre de la dispersion de la distribution des résultats d'essai obtenus dans des conditions de répétabilité. (Voir aussi ISO 3534-1 et ISO 5725-1.)

3.8 conditions de répétabilité: Conditions où les résultats d'essai indépendants entre eux sont obtenus avec la même méthode, sur un matériau identique

² Le choix d'une vitesse de référence de 5×10^{-8} m/s (pour la vitesse de translation) et de 5×10^{-8} s⁻¹ (pour la vitesse angulaire) donnerait des niveaux de vitesse (de translation et angulaire) de 34 dB inférieurs aux niveaux obtenus sur la base de 10^{-9} m/s et 10^{-9} s⁻¹, respectivement.

soumis à l'essai effectué, dans le même laboratoire/site d'essai, par le même opérateur utilisant le même équipement, dans un court intervalle de temps. (Voir aussi ISO 3534-1 et ISO 5725-1.)

3.9 écart-type de reproductibilité, σ_R : Écart-type des résultats d'essai obtenus dans des conditions de reproductibilité.

NOTE 5 C'est un paramètre de la dispersion de la distribution des résultats d'essai obtenus dans des conditions de reproductibilité. (Voir aussi ISO 3534-1 et ISO 5725-1.)

3.10 conditions de reproductibilité: Conditions où les résultats d'essai sont obtenus avec la même méthode, sur un matériau identique soumis à l'essai, dans des laboratoires/sites d'essai différents, par différents opérateurs utilisant un équipement différent. (Voir aussi ISO 3534-1 et ISO 5725-1.)

4 Quantités à mesurer

Les spectres par bande de tiers d'octave des trois niveaux de vitesse orthogonale de translation et des trois niveaux de vitesse angulaire orthogonale (ou, si approprié, les spectres de la bande d'octave correspondante) sont mesurés sur chaque support de la machine (voir figure 1).

5 Montage d'essai

5.1 Environnement d'essai et bruit de fond

La machine est montée sur des isolateurs (voir 5.2). Pour d'autres connexions de construction qui peuvent être nécessaires, voir 5.3, il est possible de réaliser le montage illustré à la figure 1 dans un environnement quelconque, par exemple un atelier de fabrication, un banc d'essai particulier, tout laboratoire, suffisamment vaste et in situ. Il est essentiel que les niveaux de vitesse des supports dus aux autres sources soient au moins de 10 dB inférieurs aux niveaux

induits par la machine en essai. En outre, il convient de s'assurer que les niveaux de vitesse des supports ne soient pas affectés par le bruit aérien émis par la machine en essai. (Voir aussi annexe D.)

NOTE 6 Les machines petites et rigides (par exemple moteurs électriques jusqu'à 10 kW) peuvent aussi être essayées suspendues de telle sorte qu'elles puissent fonctionner et que leurs supports ne soient pas le siège d'efforts mécaniques; f_1 peut être très faible dans un tel montage.

5.2 Isolateurs et assise

Les isolateurs doivent être des éléments de montage élastiques capables de soutenir correctement la machine. Les caractéristiques dynamiques des isolateurs doivent être telles que la fréquence inférieure f_1 soit suffisamment basse (voir article 7 et annexe A) et qu'aucune transmission notable de bruit solidien à l'assise ne se produise à des fréquences supérieures à f_1 . L'isolateur doit être monté sur une assise de faible mobilité.

NOTE 7 Ces conditions sont généralement mieux réunies avec un comptage sur caoutchouc mou ou sur coussins pneumatiques. Des isolateurs en métal tendre munis de tampons en caoutchouc au contact des surfaces peuvent également convenir. L'annexe G donne des informations de base complémentaires quant aux choix des isolateurs.

Les semelles des isolateurs placés du côté de la machine ne doivent pas accroître la masse ou la rigidité des supports de la machine d'une manière significative.

NOTE 8 Il convient de donner plus d'indications spécifiques dans la documentation spécifique de la machine.

Dans le domaine des fréquences de la méthode, l'assise sur laquelle les isolateurs sont installés, doit être suffisamment lourde et rigide pour que la combinaison des isolateurs et de l'assise n'impose pas une charge dynamique importante aux supports de la machine. (Voir aussi 7.1 et annexe G.)

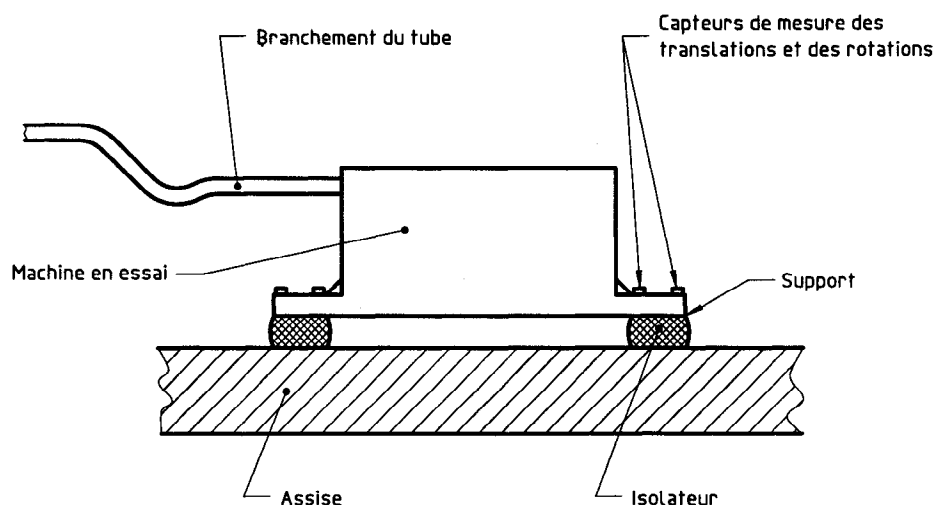


Figure 1 — Montage d'essai

5.3 Autres connexions par voie de structure entre la machine et l'environnement d'essai

Dans de nombreux cas, les machines ont besoin pour fonctionner de branchements avec leurs environnements d'essai (par exemple circuits, câbles ou supports secondaires). Ces branchements doivent être pourvus d'éléments élastiques de telle sorte que leur présence n'augmente pas, ou à la rigueur très faiblement, les fréquences fondamentales les plus basses du système constitué par la masse de la machine et la rigidité de l'isolateur principal.

L'annexe D contient des informations complémentaires concernant les « courts-circuits vibratoires ».

5.4 Emplacement et orientation des capteurs de vibration

5.4.1 Montage recommandé

Il est recommandé de mesurer les vitesses de translation et angulaire des supports de la machine à l'aide de paires d'accéléromètres.

Pour les mesures de L_{Vz} et $L_{\Omega y}$, les accéléromètres doivent être montés aux emplacements indiqués à la figure 2 ou à ceux indiqués à la figure 3 quand il n'y a pas d'espace suffisant à côté de l'isolateur. La distance entre les deux accéléromètres doit être comprise entre $0,5D_x$ et $1,5D_x$, D_x étant la largeur de la surface de contact suivant l'axe des x . Le repérage

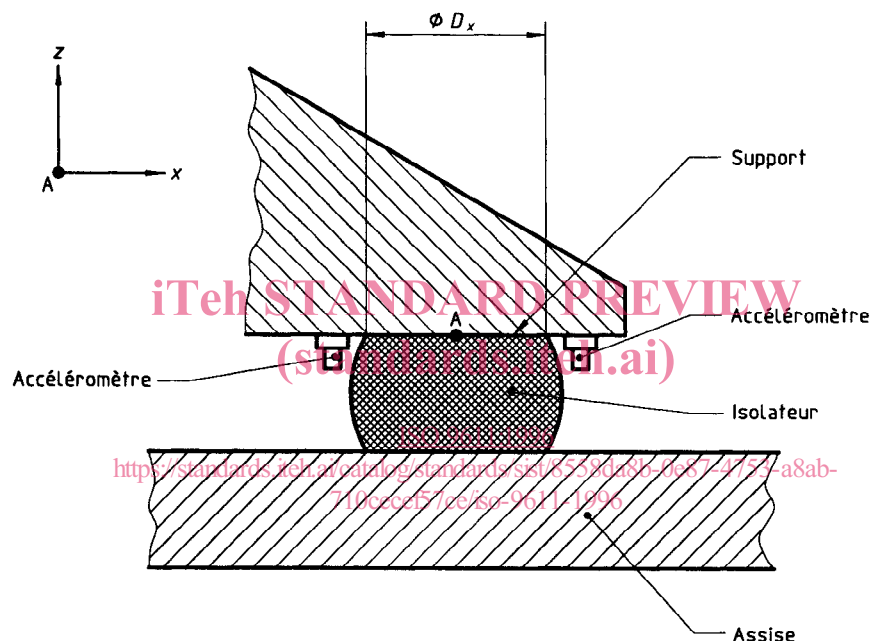


Figure 2 — Emplacement des accéléromètres pour le mesurage de L_{Vz} et $L_{\Omega y}$

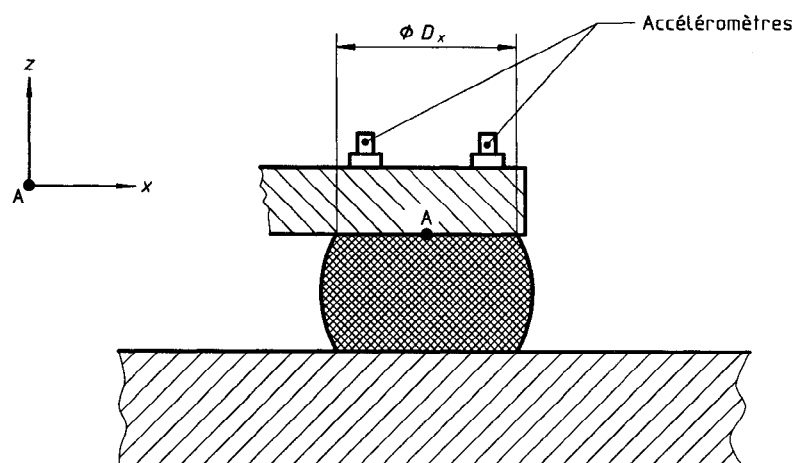


Figure 3 — Emplacement des accéléromètres pour le mesurage de L_{Vz} et $L_{\Omega y}$ en l'absence d'espace suffisant à côté de l'isolateur et quand le support de la machine présente une surface parallèle à la surface de montage de l'isolateur

des axes de coordonnées orthogonales est le suivant: z est l'axe normal à la surface de contact et y parallèle à l'axe longitudinal des machines. Dans tous les cas, les accéléromètres doivent être disposés symétriquement par rapport à A (voir figures 2 et 3); A est le centre géométrique du support (c'est-à-dire la surface de contact avec l'isolateur).

Pour déterminer $L_{\Omega x}$, utiliser un ensemble d'accéléromètres ayant la même orientation et disposés comme indiqué aux figures 2 et 3, mais après une rotation de 90° autour de l'axe des z .

Pour déterminer L_{vx} et L_{vy} , orienter les paires d'accéléromètres, respectivement suivant l'axe des x et des y . Positionner les accéléromètres de telle sorte qu'ils soient

- soit placés symétriquement par rapport à A et à des distances de A comprises entre $0,25D_x$ et $0,75D_x$ ou $0,25D_y$ et $0,75D_y$;
- soit, si cela est impossible, à l'emplacement indiqué à la figure 3.

Les paires d'accéléromètres qui conviennent au mesurage de L_{vx} et de L_{vy} , peuvent également être utilisées pour le mesurage de $L_{\Omega z}$.

Dans les cas où les centres de «sensibilité» des accéléromètres ne sont pas montés suivant une ligne passant par A, certaines composantes de translation ne sont pas correctement mesurées et des corrections sont nécessaires, comme l'indique l'annexe C. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8558da8b-0e87-4753-a8ab-716cccc57c7c/iso-9611-1996>

Les accéléromètres doivent être reliés à la structure de support au moyen des méthodes conformes à l'ISO 5348.

5.4.2 Variante de montage

Il est possible, sous certaines conditions, de mesurer les composantes vibratoires des supports à l'aide d'un capteur de vibrations. Ces conditions sont différentes pour les diverses composantes.

L_{vz} peut être déterminé au moyen d'un capteur de vibrations de translation placé sur la partie supérieure

de la structure de support, dans la mesure où les conditions suivantes sont satisfaites (voir aussi figure 4):

$$h < \frac{1}{5} D_x \quad \text{et} \quad h < \frac{1}{5} D_y$$

$$x < \frac{1}{20} D_x$$

$$y < \frac{1}{20} D_y$$

L_{vy} peut être mesuré à l'aide d'un capteur de vibration en translation, à condition de le disposer sur l'une des trois surfaces représentées à la figure 5.

La position 1 est sur l'axe z ou proche de cet axe sur la partie supérieure de la structure de support. Les conditions sont:

$$h < \frac{1}{20} D_x \quad \text{et} \quad z_1 < \frac{1}{20} D_y$$

$$y_1 < \frac{1}{10} D_y$$

$$x_1 < \frac{1}{10} D_x$$

La position 2 est sur le côté de la structure de support. Les conditions sont:

$$h > \frac{1}{10} D_y$$

$$y_2 < D_y$$

$$z_2 < \frac{1}{20} D_y$$

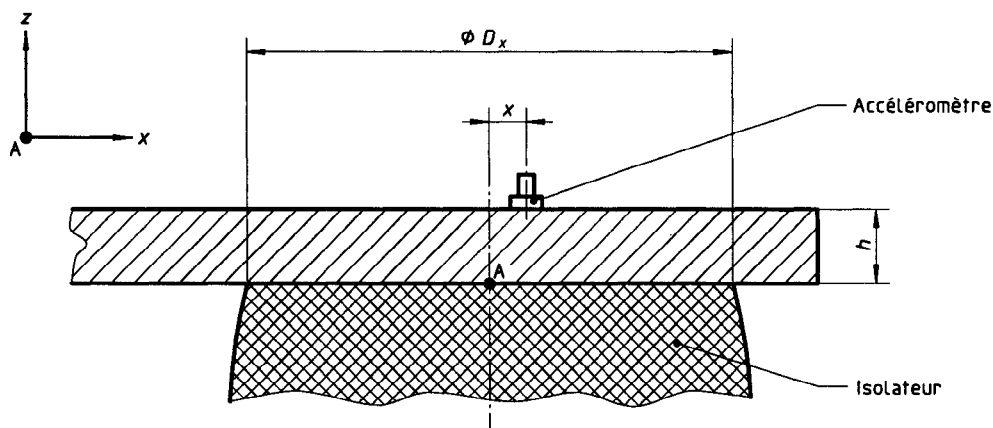


Figure 4 — Emplacement du capteur pour le mesurage de L_{vz}