

---

Norme internationale



5349

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

**Vibrations mécaniques — Principes directeurs pour  
le mesurage et l'évaluation de l'exposition des individus  
aux vibrations transmises par la main**

*Mechanical vibration — Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration*

Première édition — 1986-05-15

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 5349:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0d2922be-de71-47cd-9237-4c704c0e4ca3/iso-5349-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0d2922be-de71-47cd-9237-4c704c0e4ca3/iso-5349-1986>

---

CDU 534.1 : 614.872.5

Réf. n° : ISO 5349-1986 (F)

**Descripteurs :** corps humain, exposition, vibration, mesurage, ergonomie, instrument de mesurage, règle de sécurité.

## 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 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5349 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

ISO 5349:1986

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Vibrations mécaniques — Principes directeurs pour le mesurage et l'évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main

## 0 Introduction

D'intenses vibrations peuvent être transmises, par les outils, machines et pièces vibrantes aux mains et aux bras des personnes qui les utilisent. Ceci s'observe, par exemple, quand une personne manipule des outils à main vibrants tels que scies à chaînes pneumatiques, électriques, hydrauliques ou à moteurs, outils à percussion ou meuleuses. Selon le poste de travail, ces vibrations peuvent affecter un seul bras ou les deux simultanément et sont généralement transmises par la main et le bras à l'épaule. Les vibrations des parties du corps et les vibrations perçues sont fréquemment source de malaise et éventuellement de diminution du rendement. Une utilisation prolongée et habituelle d'outils vibrants provoque, d'après les expériences, divers types de maladies affectant la circulation sanguine, les nerfs, les os, les articulations, les muscles ou les tissus conjonctifs de la main et de l'avant-bras.

Le niveau d'exposition aux vibrations provoquant ces désordres n'est pas connu avec précision ni en ce qui concerne l'intensité vibratoire et le spectre des fréquences, ni en ce qui concerne la durée journalière et cumulative d'exposition. Étant donné la complexité du problème et la rareté des données quantitatives concernant les effets sur la santé des travailleurs des vibrations transmises par la main, il est difficile de proposer une méthode globale d'évaluation de ces vibrations. Toutefois, étant donné le peu de données disponibles et l'expérience acquise sur les conditions actuelles d'exposition, les informations proposées dans la présente Norme internationale et ses annexes sont celles qui garantissent la meilleure protection de la majorité des ouvriers contre une altération sérieuse de leur santé et qui permettent la mise au point d'outils à main dont l'utilisation réduit chez l'homme les risques de maladies provoquées par des vibrations.

Le but de la présente Norme internationale est de permettre de rassembler les données importantes de façon à améliorer la sécurité des travailleurs. En particulier, il est souhaitable que ces données servent à élargir les connaissances actuelles sur le rapport dose-effet.

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux vibrations périodiques ainsi qu'aux vibrations aléatoires ou non périodiques. Elle peut aussi s'appliquer provisoirement aux excitations répétées du type choc.

La présente Norme internationale spécifie des méthodes générales de mesurage et de présentation de l'exposition aux vibrations transmises par les mains selon trois axes orthogonaux dans des bandes de tiers d'octave de fréquences centrales comprises entre 6,3 et 1 250 Hz et des bandes d'octave de fréquences centrales comprises entre 8 et 1 000 Hz, et une mesure pondérée en fréquence qui couvre la gamme de fréquences allant de 5,6 à 1 400 Hz.

La présente Norme internationale et ses annexes fournit des indications pour l'évaluation des vibrations transmises à la main spécifiées en termes d'accélération de la vibration pondérée en fréquence et de durée d'exposition journalière. Elle ne définit pas les limites admissibles d'exposition.

Les indications proposées dans la présente Norme internationale sont le résultat d'un accord fondé sur les données disponibles découlant tant de l'expérience pratique que de l'expérimentation en laboratoire sur la réponse humaine aux vibrations transmises par la main. Elles ne prétendent pas circonscrire précisément les gammes d'exposition garantissant l'immunité contre les maladies dues aux vibrations.

La présente Norme internationale ne spécifie pas le degré de risque d'altération de la santé pour différents procédés opérationnels, outils et machines.

Pour faciliter les progrès dans ce domaine et permettre une comparaison quantitative des caractéristiques d'exposition, il est souhaitable de mettre au point des méthodes uniformes de mesurage et de présentation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par les mains. D'autres normes traitant du mesurage des vibrations d'outils et de procédés spécifiques doivent être envisagées.

## 2 Références

ISO 2631, *Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps.*

ISO 5347, *Méthodes d'étalonnage des capteurs de vibrations et de chocs.*<sup>1)</sup>

ISO 5348, *Vibrations et chocs mécaniques — Fixation mécanique des accéléromètres.*<sup>1)</sup>

ISO 5805, *Chocs et vibrations mécaniques affectant l'homme — Vocabulaire.*

1) Actuellement au stade de projet.

ISO 8041, *Instruments pour le mesurage de la réponse des individus aux vibrations.*<sup>1)</sup>

Publication CEI 184, *Méthodes de spécification des caractéristiques relatives aux transducteurs électromécaniques destinés aux mesures de chocs et de vibrations.*

Publication CEI 222, *Méthodes de spécification des caractéristiques relatives à l'équipement auxiliaire pour les mesures de chocs et de vibrations.*

Publication CEI 225, *Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations.*

### 3 Caractérisation des vibrations transmises par les mains

#### 3.1 Considérations générales

La sévérité des effets biologiques des vibrations transmises par les mains dans les conditions de travail est influencée par :

- a) le spectre de fréquences des vibrations ;
- b) l'amplitude des vibrations transmises ;
- c) la durée d'exposition par journée de travail ;
- d) le mode d'exposition dans le temps et la méthode de travail, c'est-à-dire durée et fréquence des périodes de travail et de repos, dépôt ou conservation en main de l'outil arrêté pendant les pauses, etc. ;
- e) l'exposition cumulative à ce jour ;
- f) l'intensité et la direction des efforts déployés par l'opérateur pour maintenir l'outil ou la pièce ;
- g) la position des mains, des bras et du corps pendant l'exposition (angle des articulations du poignet, du coude et de l'épaule) ;
- h) le type de machine, d'outil à main ou de pièce de travail vibrant et leurs conditions ;
- i) la surface et l'emplacement des parties des mains qui sont exposées aux vibrations.

La sévérité des effets biologiques des vibrations transmises par les mains dans les conditions de travail peut être affectée par :

- a) la direction des vibrations transmises aux mains ;
- b) la méthode de travail et l'habileté de l'opérateur ;
- c) les facteurs prédisposants dans la santé de l'individu.

Les facteurs suivants peuvent affecter spécifiquement les changements de circulation sanguine causés par les vibrations main-bras :

- a) les conditions climatiques ;
- b) les maladies affectant la circulation sanguine ;

c) les facteurs affectant la circulation sanguine périphérique, tels que le fait de fumer, certains médicaments ou produits chimiques dans le milieu environnant ;

d) le bruit.

Bien qu'on ne connaisse pas de façon suffisamment détaillée l'importance de tous les facteurs énumérés ci-devant sur la génération des désordres dus aux vibrations, il est souhaitable de les enregistrer tous pour obtenir une description plus significative du processus d'évolution d'exposition. Il est également important, pour évaluer les vibrations, de bien connaître la méthode de mesurage et les techniques statistiques.

#### 3.2 Direction des vibrations

Les vibrations transmises aux mains doivent être enregistrées dans les directions appropriées d'un système de coordonnées orthogonales tel que proposé à la figure 1.

L'orientation du système de coordonnées peut, pour le mesurage des vibrations être définie par référence à un système de coordonnées basocentriques appropriées [voir figure 1a)], ayant par exemple son origine au niveau du matériel, de la pièce, de la poignée ou de la commande qui vibre.

NOTE — Des méthodes courantes d'évaluation des vibrations sont basées sur la composante directionnelle avec l'accélération de la vibration pondérée la plus grande.

Afin d'éviter toute confusion entre la terminologie proposée ici et celle que l'on utilise généralement en biodynamique pour définir l'exposition à des vibrations globales du corps humain (voir ISO 2631), les mouvements de la main dans les diverses directions du système de coordonnées seront qualifiés par le mot « (main) » entre parenthèses ou par l'indice « h ». (L'accélération de la main dans la direction  $z$  sera désignée par  $a_{z(\text{main})}$  ou  $a_{z,h}$  et pareillement pour les directions  $x$  et  $y$ .) L'accélération du corps entier suivant l'axe longitudinal est désignée par  $a_z$  et de la même façon pour les directions  $x$  et  $y$ .

#### 3.3 Amplitude d'une vibration

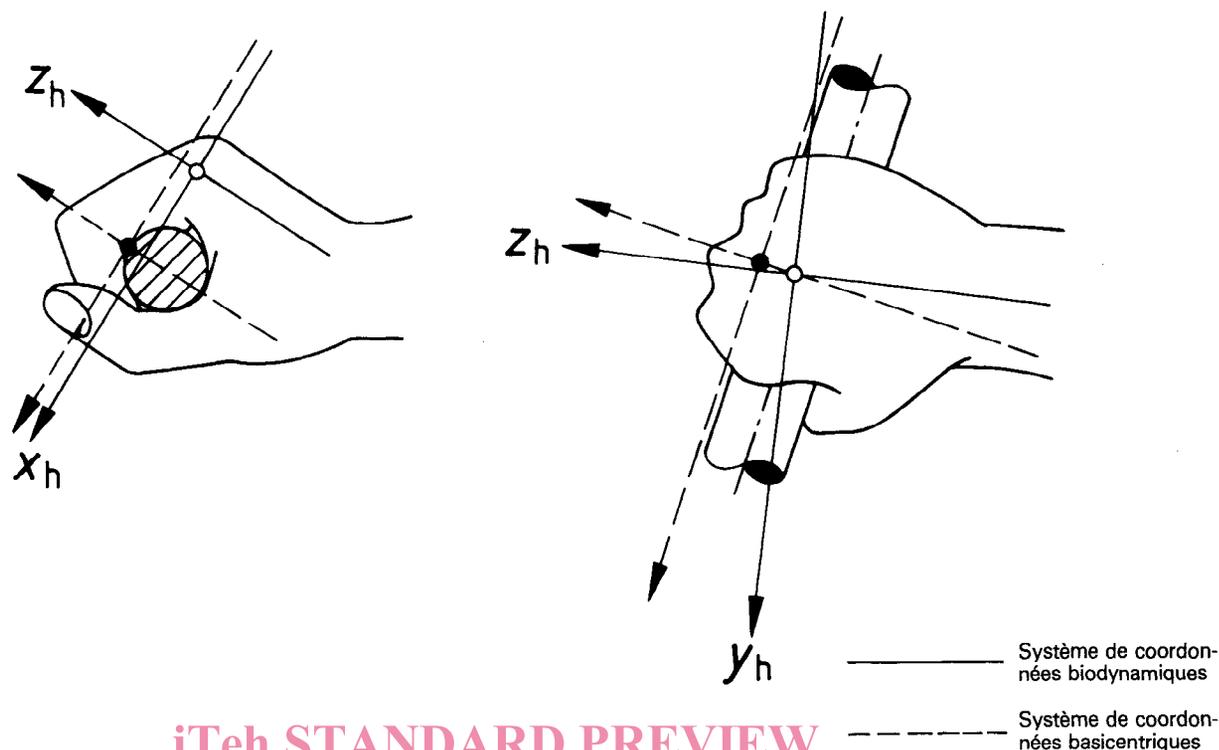
3.3.1 La grandeur de base utilisée pour décrire l'amplitude de la vibration doit être l'accélération qui s'exprime normalement en mètres par seconde carrée ( $m/s^2$ ). L'amplitude de la vibration doit être exprimée en valeur d'accélération efficace. L'accélération peut aussi être mesurée au moyen d'un réseau de pondération tel que défini en 3.4.5 et dans le tableau 1.

L'accélération mesurée en conjonction avec l'appareillage d'analyse en fréquence (par exemple les filtres de bandes de fréquences de tiers d'octave) ne devrait pas être pondérée.

Les facteurs de pondération du filtre décrits dans le tableau 1 requièrent que l'atténuation du filtre soit zéro jusqu'à une fréquence de 16 Hz, puis augmente à 6 dB/octave au-dessus de cette fréquence.

Les données concernant ces facteurs de pondération résultent d'études de la réponse humaine aux vibrations transmises par la main.

1) Actuellement au stade de projet.



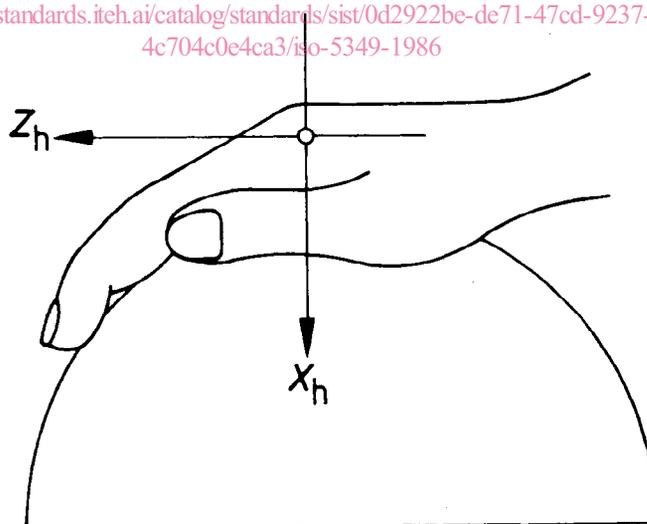
**iTeh STANDARD PREVIEW**  
 (standards.iteh.ai)

Dans cette position, la main agrippe de façon normalisée une barre cylindrique de 2 cm de rayon.

**a) Position « main fermée »**

ISO 5349:1986

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0d2922be-de71-47cd-9237-4c704c0e4ca3/iso-5349-1986>



Dans cette position, la main s'appuie sur une sphère de 10 cm de rayon.

**b) Position « main à plat »**

NOTE — L'origine du système est censée se situer au sommet du 3<sup>e</sup> métacarpien et l'axe  $z_{(main)}$  est défini par l'axe longitudinal de cet os.

L'axe  $x$  est perpendiculaire au plan de la paume, positif dans le sens dos-paume, la main étant dans la position anatomique normale (la paume regardant en avant). L'axe  $y$  passe par l'origine et est perpendiculaire à l'axe  $x$ .

Dans le cas où la main agrippe une poignée cylindrique, le système peut être tourné de telle manière que l'axe  $y_h$  soit parallèle à l'axe de la poignée.

**Figure 1 — Système de coordonnées de la main**

**Tableau 1 — Filtre de pondération fréquentielle pour des mesurages de vibrations du système main-bras**

[Facteurs de pondération à appliquer conformément aux équations (4) et (7)]

Fréquence Hz	Gain nominal dB
6,3	0
8,0	0
10,0	0
12,5	0
16	0
20	-2
25	-4
31,5	-6
40	-8
50	-10
63	-12
80	-14
100	-16
125	-18
160	-20
200	-22
250	-24
315	-26
400	-28
500	-30
630	-32
800	-34
1 000	-36
1 250	-38

STANDARD REVIEW  
(standards.iteh.ai)

**3.3.2** L'amplitude de la vibration peut aussi être exprimée en termes de niveau d'accélération, en décibels (dB). Il est défini comme suit :

$$L_h = 20 \lg \left( \frac{a}{a_0} \right)$$

où

$a$  est l'accélération efficace, en mètres par seconde carrée;

$a_0$  est l'accélération de référence de  $1 \mu\text{m/s}^2$ .

Le niveau d'accélération peut aussi être mesuré au moyen du réseau de pondération décrit en 3.4.5 et dans le tableau 1 et est appelé le niveau d'accélération pondéré  $L_{h,w}$  (voir 4.4). Les niveaux d'accélération mesurés en conjonction avec l'appareillage d'analyse en fréquence (par exemple les filtres de bandes de fréquences de tiers d'octave) ne devraient pas être pondérés.

### 3.4 Mesurage des vibrations transmises par les mains

#### 3.4.1 Matériel de mesurage

Le matériel de mesurage des vibrations se compose en général des éléments suivants : un transducteur, un amplificateur et un indicateur ou enregistreur d'amplitude ou de niveau. Lorsque

cela est possible et approprié, des réseaux électroniques peuvent être prévus pour limiter la gamme des fréquences du matériel. Dans beaucoup d'applications où il n'est pas indispensable de se référer uniquement à des déterminations ponctuelles, un enregistreur à bande convenable doit être utilisé pour obtenir des enregistrements représentatifs en vue de l'analyse ultérieure. Un appareil redresseur de la valeur efficace vraie peut aussi s'avérer utile, de manière à pouvoir lire ou enregistrer directement cette valeur.

Tous les appareils de mesurage des vibrations doivent être correctement étalonnés et, le cas échéant, conformément aux normes ou recommandations existantes réglementant l'étalonnage de ces matériels. Le mode de fonctionnement et les caractéristiques des appareils de mesurage utilisés doivent être enregistrés, de même que les résultats obtenus grâce à eux. Il est important d'enregistrer des caractéristiques telles que la réponse en fréquence, les propriétés dynamiques (par exemple la constante de temps, la gamme dynamique et le pouvoir de résolution de ce matériel) ainsi que, le cas échéant, la précision du redresseur de la valeur efficace vraie, l'enregistrement de la bande, l'analyse des fréquences ou autres opérations pouvant être accomplies à partir du signal.

La gamme dynamique du système complet doit être aussi grande que possible dans la gamme des fréquences considérées. Il peut être nécessaire d'atténuer les signaux au-dessus de 2 000 Hz. Cette atténuation doit se faire aussi près que possible du transducteur dans la chaîne de mesurage des vibrations.

#### 3.4.2 Mesurage de la valeur efficace

Si le signal pour l'analyse est de courte durée, ou si son amplitude varie de façon importante avec le temps, on ne peut pas faire une simple analyse.

Pour obtenir des valeurs efficaces dans ces conditions, il est nécessaire d'utiliser un intégrateur ou un analyseur équipé de systèmes à « intégration linéaire ». Il est recommandé de choisir l'analyse par « intégration linéaire » comme méthode préférentielle et seulement lorsque le signal est relativement stable dans le temps ou de durée suffisante pour permettre l'utilisation du type d'analyseur normalement utilisé pour l'analyse du bruit. Dans ces circonstances, la constante de temps choisie doit être compatible avec la durée du signal.

#### 3.4.3 Gamme de fréquences et précision du transducteur

La gamme de fréquences de mesurage doit être d'au moins 5 à 1 500 Hz, c'est-à-dire suffisante pour couvrir les bandes d'octave de fréquences centrales comprises entre 8 et 1 000 Hz.

Le transducteur de vibrations doit être suffisamment petit et léger pour correspondre à l'application envisagée (voir 3.4.4).

#### 3.4.4 Emplacement et montage des transducteurs de vibrations

Les mesurages suivant les trois axes doivent être effectués à l'endroit de la surface de la main où pénètre l'énergie ou être clairement rapportés à ce point. Si la main est en contact direct

avec la surface vibrante ou la poignée, le transducteur doit être fixé sur la structure vibrante. Si l'amplitude des vibrations varie d'une façon importante sur différentes parties de la poignée, la valeur maximale en un point en contact avec la main devra être enregistrée. Si un élément élastique (par exemple une poignée matelassée) isole la main de la structure vibrante, il est permis d'intercaler entre la main et la surface de l'élément élastique un support adéquat pour le transducteur (plaque métallique mince de forme appropriée, par exemple). Dans les deux cas, il faut s'assurer que la masse, la dimension, la forme et le montage du transducteur ou du support spécial de celui-ci n'influent pas de façon significative sur la transmission de la vibration à la main dans la gamme de fréquences pertinente.

#### NOTES

1 Les normes relatives au mesurage des vibrations d'outils spécifiques devraient être utilisées en conjonction avec la présente Norme internationale. Des normes spécifiques peuvent définir des positions plus précises pour le montage d'accéléromètres et pour l'emplacement de l'origine du système de coordonnées sur des outils spécifiques.

2 Lorsque les signaux ont des accélérations de crête très élevées, par exemple, celles que donnent les outils à percussion, il convient de prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter les erreurs provenant de la surcharge de toute partie du système de mesurage. Le bon choix du transducteur joue un rôle capital dans ce cas. Le transducteur devrait résister à la gamme des vibrations mesurées, offrir une bonne stabilité et être de petites dimensions. Il doit avoir une fréquence de résonance supérieure à 25 kHz et une sensibilité transversale de 20 dB au moins inférieure à la sensibilité dans l'axe à mesurer. La méthode de mesurage préférentielle est d'insérer un filtre mécanique passe-bas, ayant une fonction de transfert linéaire convenablement étalonnée, entre le transducteur et la surface vibrante. Cela réduira les valeurs de crête causées par les composantes à fréquence élevée du signal, c'est-à-dire celles supérieures à environ 3 000 Hz.

3 Dans le cas de la présence d'un élément élastique entre la main et la structure vibrante, la méthode proposée n'est pas satisfaisante pour toutes les conditions, notamment dans le cas d'un coussinet mince qui affecte la transmission des fréquences élevées. Dans ce cas, il peut être préférable de faire les mesurages avec le transducteur fixé de façon rigide à la poignée ou à la structure et d'enregistrer séparément le type, l'épaisseur, les propriétés physiques et l'amortissement estimé dû au matériau de rembourrage.

### 3.4.5 Grandeurs à mesurer

L'accélération mesurée selon un ou plusieurs axes peut être enregistrée soit comme accélération pondérée en fréquence, soit en termes d'accélération analysée en bandes d'octave ou de tiers d'octave. À des fins de recherche et de développement, et pour améliorer la connaissance en ce qui concerne le rapport dose-effet, il est fortement recommandé que des données de bande de tiers d'octave soient obtenues pour chaque composante d'accélération.

Le mesurage de l'accélération pondérée doit se baser sur un réseau de pondération conforme aux caractéristiques définies dans le tableau 1.

Les filtres de bandes d'octave ou de tiers d'octave utilisés dans tout réseau d'analyse doivent être conformes à la Publication CEI 225. La gamme de fréquences donnée dans la Publication CEI 225 doit être extrapolée de façon adéquate aux basses fréquences correspondantes.

### 3.4.6 Couplage de la main et de la source de vibration

Bien que la caractérisation de l'exposition aux vibrations utilise habituellement comme grandeur de base, l'accélération de la surface en contact avec la main, il est raisonnable de poser comme hypothèse que les effets biologiques peuvent dépendre dans une large mesure de l'énergie transmise. Cette énergie est fonction du couplage entre l'ensemble main-bras et la source de vibration et par conséquent de la pression exercée par la main, ainsi que de l'amplitude et de la direction de la force statique. Il est possible et souhaitable, pour la recherche et pour l'avenir de l'application à des outils particuliers, de mesurer l'énergie transmise à la main et la force exercée sur l'outil, mais ce mesurage n'entre pas dans le cadre de la présente Norme internationale.

Dans la présente Norme internationale, l'exposition aux vibrations doit être enregistrée pour une pression de la main et une force statique représentatives du fonctionnement de l'outil ou du couplage de la main et du mécanisme vibrant. On doit tenir compte du fait que toute modification du couplage peut affecter de façon considérable la mesure de l'exposition aux vibrations.

### 3.4.7 Conditions d'exposition et durée d'exposition

L'intensité de l'exposition et le spectre des fréquences transmises varieront selon la tâche effectuée, la technique de travail, la force, le poids et la résistance de l'opérateur. Il est important de baser les estimations des durées d'exposition totale journalière sur des échantillons appropriés représentatifs des diverses conditions, durées et interruptions de travail. La position de la main et du bras, ou l'angle des articulations du poignet, du coude et de l'épaule doivent toujours être enregistrés pour chaque condition d'exposition et/ou mode de fonctionnement.

## 4 Caractérisation de l'exposition aux vibrations transmises par la main

### 4.1 Exposition journalière

L'évaluation de l'exposition aux vibrations est premièrement basée sur l'exposition journalière. La durée totale pendant laquelle les vibrations sont transmises aux mains lors d'une période de travail journalière type de 8 h ne semble pas avoir excédé 4 h dans toutes les études qui ont été utilisées pour développer le rapport dose-effet faisant l'objet de l'annexe A. Cette période de 4 h est donc utilisée comme base pour l'évaluation.

De façon à faciliter les comparaisons entre différentes durées d'exposition, l'exposition journalière est exprimée ici en termes d'accélération continue équivalente pondérée en fréquence pour une période de 4 h.

Si l'exposition journalière totale aux vibrations est différente de 4 h, l'accélération continue équivalente pour une période de 4 h doit être déterminée par intégration du carré de l'accélération

pondérée en fréquence sur la totalité de l'exposition journalière. Ceci est exprimé par l'équation (1)

$$(a_{h,w})_{eq(4)} = \left[ \frac{1}{T_4} \int_0^\tau [a_{h,w}(t)]^2 dt \right]^{1/2} \dots (1)$$

où

$(a_{h,w})_{eq(4)}$  est l'accélération continue équivalente pour une période de 4 h ;

$a_{h,w}(t)$  est la valeur instantanée de l'accélération pondérée ;

$\tau$  est la durée totale de la journée de travail, en heures ;

$T_4 = 4$  h.

NOTE — Bien qu'une période de 4 h soit utilisée dans la présente Norme internationale comme base pour la détermination de l'accélération continue équivalente, d'autres durées, par exemple 8 h, peuvent être utilisées pour autant que des modifications mathématiques appropriées soient apportées aux équations et tableaux concernés.

4.1.1 Si l'accélération continue équivalente est mesurée sur une période autre que 4 h, l'accélération continue équivalente pour une période de 4 h peut être déterminée à partir de l'équation suivante :

$$(a_{h,w})_{eq(4)} = \left( \frac{T}{T_4} \right)^{1/2} (a_{h,w})_{eq(T)} \dots (2)$$

où

$(a_{h,w})_{eq(T)}$  est l'accélération continue équivalente pondérée en fréquence pour  $T$  h.

Exemple :

Si  $(a_{h,w})_{eq(6)} = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

alors  $(a_{h,w})_{eq(4)} = (1,5)^{1/2} \times 10$   
 $= 12,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

4.1.2 Si l'opération est telle que l'exposition journalière totale comprend plusieurs expositions à différentes accélérations pondérées en fréquence, l'accélération pondérée en fréquence totale peut être obtenue à partir de l'équation suivante :

$$(a_{h,w})_{eq(T)} = \left\{ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n [(a_{h,w})_{eq(t_i)}]^2 t_i \right\}^{1/2} \dots (3)$$

$$\text{où } T = \sum_{i=1}^n t_i$$

Dans l'équation (3),  $(a_{h,w})_{eq(t_i)}$  est l'accélération équivalente pondérée en fréquence pour la  $i^{\text{ème}}$  composante d'exposition d'une durée  $t_i$ , en heures.  $T$  est la durée totale de toutes les expositions. Si  $T$  n'est pas égal à 4 h, alors l'équation (2) doit aussi être utilisée pour évaluer l'exposition composée. Il est recommandé que les données relatives à chaque exposition partielle contribuant à  $(a_{h,w})_{eq(T)}$  soient enregistrées séparément.

Exemple :

Si les accélérations pondérées en fréquence pour des durées d'exposition de 1, 3 et 5 h sont respectivement 15, 12 et  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , alors

$$(a_{h,w})_{eq(9)} = \left[ \frac{15^2 \times 1 + 12^2 \times 3 + 10^2 \times 5}{9} \right]^{1/2}$$

$$= 11,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

4.1.3 Cette méthode d'évaluation peut aussi être appliquée à des données de bandes d'octave et de tiers d'octave.

## 4.2 Vibration multiaxiale

Il est recommandé d'étudier les vibrations dans chacun des trois axes de coordonnées et de baser l'évaluation sur la composante d'accélération vibratoire la plus grande.

NOTE — Les rapports dose-effet ont été étudiés pour une exposition aux vibrations industrielles qui comportent des accélérations complexes dans trois dimensions. La caractérisation de l'exposition aux vibrations à partir de la composante simple la plus grande est généralement considérée comme adéquate.

## 4.3 Conversion des données de bande d'octave et de tiers d'octave en accélération pondérée

Pour utiliser les rapports dose-effet de l'annexe A, les résultats des analyses par bande d'octave et de tiers d'octave peuvent servir à l'estimation de l'amplitude d'accélération pondérée correspondante.

L'accélération pondérée  $a_{h,w}$  peut être calculée à partir de l'équation suivante :

$$a_{h,w} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (K_j a_{h,j})^2} \dots (4)$$

où

$K_j$  est le facteur de pondération pour la  $j^{\text{ème}}$  bande de tiers d'octave ou bande d'octave donnée respectivement dans les tableaux 2 et 3 ;

$a_{h,j}$  est l'accélération mesurée dans la  $j^{\text{ème}}$  bande de tiers d'octave ou bande d'octave ;

$n$  est le nombre de bandes de tiers d'octave ou d'octave utilisé.

### NOTES

1 Si le spectre contient des composantes fréquentielles simples dominantes, la méthode stipulée ci-devant peut entraîner des différences entre les valeurs calculées et directement mesurées de l'accélération pondérée. Des divergences se produisent si les composantes se trouvent à des fréquences qui diffèrent de la fréquence centrale de la bande de tiers d'octave ou d'octave.

2 L'appareillage pour mesurer directement la composante de l'accélération pondérée en fréquence existe.

iTeh STANDARD PREVIEW  
 (standards.iteh.ai)

ISO 5349-1986  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5349-1986/iso-5349-1986>  
 4c704c0e4ca3180-5549-1986

**4.4 Niveau d'accélération vibratoire**

Les équations correspondant aux équations (2) et (3) lorsqu'on utilise le niveau d'accélération pour décrire les vibrations deviendraient :

$$(L_{h,w})_{eq(4)} = (L_{h,w})_{eq(T)} + 10 \lg \frac{T}{4} \quad \dots (5)$$

et

$$(L_{h,w})_{eq(T)} = 10 \lg \left\{ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \left[ 10^{\frac{1}{10} (L_{h,w})_{eq(t_i)} t_i} \right] \right\} \dots (6)$$

L'exemple cité en 4.1.1 deviendrait donc :

Si  $(L_{h,w})_{eq(6)} = 140$  dB

alors  $(L_{h,w})_{eq(4)} = 140 + 10 \lg \frac{6}{4}$   
 $= 142$  dB

L'exemple cité en 4.1.2 deviendrait donc :

Si les niveaux d'accélération pondérés pour des durées d'exposition de 1, 3 et 5 h sont 143,5, 141,5 et 140 dB, alors

$$(L_{h,w})_{eq(9)} = 10 \lg \frac{1}{9} \left[ 10^{14,35} + (10^{14,15} \times 3) + (10^{14} \times 5) \right]$$

= 141 dB

L'équation pour la détermination du niveau d'accélération pondéré en fréquence qui correspond à l'équation (4) en 4.3 deviendrait

$$L_{h,w} = 20 \lg \sqrt{\sum_{j=1}^n \left( K_j \times 10^{\frac{L_{h,j}}{20}} \right)^2} \quad \dots (7)$$

où

$L_{h,j}$  est le niveau d'accélération mesuré à la  $j^{\text{ème}}$  bande de tiers d'octave ou bande d'octave ;

$K_j$  et  $n$  ont la même signification que dans 4.3.

**Tableau 2 – Valeurs de  $K_j$  pour la conversion des mesures de bande de tiers d'octave en mesures pondérées**

[Facteurs de pondération à appliquer conformément aux équations (4) et (7)]

Fréquence Hz	Facteur de pondération ( $K_j$ )
6,3	1,0
8,0	1,0
10,0	1,0
12,5	1,0
16	1,0
20	0,8
25	0,63
31,5	0,5
40	0,4
50	0,3
63	0,25
80	0,2
100	0,16
125	0,125
160	0,1
200	0,08
250	0,063
315	0,05
400	0,04
500	0,03
630	0,025
800	0,02
1 000	0,016
1 250	0,012 5

**Tableau 3 – Valeurs de  $K_j$  pour la conversion des mesures de bande d'octave en mesures pondérées**

[Facteurs de pondération à appliquer conformément aux équations (4) et (7)]

Fréquence Hz	Facteur de pondération ( $K_j$ )
8,0	1,0
16,0	1,0
31,5	0,5
63	0,25
125	0,125
250	0,063
500	0,03
1 000	0,016