
**Vibrations mécaniques — Mesurage et
évaluation de l'exposition des individus aux
vibrations transmises par la main —**

Partie 2:

**Guide pratique pour le mesurage sur le lieu
de travail**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure
to hand-transmitted vibration —*

Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/87ba4f76-9354-458b-9e09-c15eeab9a74c/iso-5349-2-2001>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 5349-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/87ba4f76-9354-458b-9e09-c15eeab9a74c/iso-5349-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/87ba4f76-9354-458b-9e09-c15eeab9a74c/iso-5349-2-2001>

© ISO 2001

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 5349 peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 5349-2 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 4, *Exposition des individus aux vibrations et chocs mécaniques*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Tout au long du texte du présent document, lire «... la présente Norme européenne ...» avec le sens de «... la présente Norme internationale ...».

L'ISO 5349 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques — Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main*:

- *Partie 1: Exigences générales*
- *Partie 2: Guide pratique pour le mesurage sur le lieu de travail*

Les annexes A à E de la présente partie de l'ISO 5349 sont données uniquement à titre d'information.

Sommaire

	Page
Avant-propos.....	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	1
3.1 Termes et définitions.....	1
3.2 Symboles	2
4 Grandeurs à mesurer	3
5 Préparation du mode opératoire de mesure	3
5.1 Généralités	3
5.2 Choix des opérations à mesurer.....	3
5.3 Organisation des mesurages	4
5.4 Durée des mesurages de vibrations.....	5
5.5 Estimation de la durée quotidienne d'exposition aux vibrations	6
6 Mesurage de l'amplitude des vibrations.....	7
6.1 Équipement de mesure.....	7
6.2 Sources d'incertitude du mesurage des vibrations.....	12
6.3 Contrôle et vérification de la chaîne de mesure.....	13
7 Incertitude de l'évaluation de l'exposition quotidienne aux vibrations	14
7.1 Incertitude de mesure des accélérations.....	14
7.2 Incertitude de mesure de la durée d'exposition.....	14
7.3 Évaluation des incertitudes	15
8 Calcul de l'exposition quotidienne aux vibrations.....	15
9 Informations à consigner dans le rapport d'essai	16
Annexe A (informative) Exemples d'emplacements de mesurage.....	18
Annexe B (informative) Évaluation de l'exposition aux vibrations sur des périodes supérieures à une journée	25
Annexe C (informative) Filtres mécaniques	27
Annexe D (informative) Indications pour la mise en place des accéléromètres	28
Annexe E (informative) Exemples de calcul de l'exposition quotidienne aux vibrations.....	31
Bibliographie	39

Avant-propos

Le texte de l'EN ISO 5349-2:2001 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 231 "Vibrations et chocs mécaniques" dont le secrétariat est tenu par le DIN, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 108 "Vibrations et chocs mécaniques".

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en février 2002, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en février 2002.

Il convient que les utilisateurs de la présente Norme européenne, élaborée dans le domaine d'application de l'article 137 (auparavant 118A) du Traité instituant les Communautés Européennes, sachent qu'il n'existe pas de relation juridique formelle entre les normes et les Directives susceptibles d'avoir été élaborées dans le cadre de l'article 137 de ce Traité. De plus, la législation nationale des pays membres peut imposer des prescriptions plus sévères que les prescriptions minimales imposées par une Directive fondée sur l'article 137. Des informations sur la relation qui existe entre la législation nationale appliquant les Directives fondées sur l'article 137 et la présente EN peuvent figurer dans l'avant-propos nationale de la norme nationale correspondant à la présente EN.

Les annexes A à E de la présente Norme européenne sont informatives.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre le présent document en application: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

[ISO 5349-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/87ba4f76-9354-458b-9e09-c15eeab9a74c/iso-5349-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/87ba4f76-9354-458b-9e09-c15eeab9a74c/iso-5349-2-2001>

Introduction

Il arrive que l'utilisation de machines expose les travailleurs à des vibrations mécaniques transmises par la main qui peuvent provoquer une sensation d'inconfort, une gêne dans le travail et, dans certains cas, nuire à la santé et à la sécurité. Les exigences générales relatives au mesurage et à l'évaluation de l'exposition aux vibrations transmises par la main sont spécifiées dans l'ISO 5349-1. La présente partie de l'ISO 5349 a pour objectif d'être un guide pratique conforme à l'ISO 5349-1 qui permet d'effectuer des mesurages corrects et de mettre au point une stratégie efficace pour mesurer les vibrations transmises par la main sur le lieu de travail.

L'utilisation de la stratégie décrite dans la présente partie de l'ISO 5349 conduit à une représentation réaliste de l'exposition quotidienne de l'opérateur sur son lieu de travail et des incertitudes qui y sont liées.

L'évaluation de l'exposition aux vibrations peut être divisée en plusieurs étapes distinctes:

- identification d'une série d'opérations distinctes correspondant au mode de travail normal d'un sujet;
- choix des opérations à mesurer;
- mesurage de la valeur d'accélération efficace pour chaque opération identifiée;
- détermination de la durée d'exposition quotidienne habituelle pour chaque opération choisie;
- calcul de la valeur totale de vibration équivalente pour une période de 8 h (exposition quotidienne aux vibrations).

L'évaluation de l'exposition aux vibrations, comme décrit dans l'ISO 5349-1, est uniquement fondée sur le mesurage de l'amplitude des vibrations au niveau des zones de préhension ou des poignées et des durées d'exposition. Les autres facteurs, tels que les forces de préhension et de poussée appliquées par l'opérateur, la position de la main et du bras, la direction des vibrations, les conditions d'environnement, etc. ne sont pas pris en considération. La présente partie de l'ISO 5349, application de l'ISO 5349-1, ne définit pas de principes directeurs permettant d'évaluer ces facteurs complémentaires. Fait toutefois reconnu, il est important de noter toutes ces informations pour le développement de méthodes améliorées visant à évaluer les risques de vibration.

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 5349 fournit des principes directeurs pour le mesurage et l'évaluation des vibrations transmises par la main sur le lieu de travail conformément à l'ISO 5349-1.

La présente partie de l'ISO 5349 décrit les précautions à prendre pour effectuer des mesurages de vibrations représentatifs et déterminer la durée d'exposition quotidienne pour chaque opération, afin de calculer la valeur totale de vibration équivalente pour une période de 8 h (exposition quotidienne aux vibrations). Elle offre un moyen de déterminer les opérations qu'il convient de prendre en compte lors de la détermination de l'exposition aux vibrations.

La présente partie de l'ISO 5349 s'applique à toutes les situations où des personnes sont exposées à des vibrations transmises au système main-bras par des machines tenues ou guidées à la main, des pièces travaillées vibrantes ou des organes de commande de machines mobiles ou fixes.

2 Références normatives

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

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

ISO 5349-1:2001, *Vibrations mécaniques* — *Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main* — *Partie 1 : Exigences générales*.

ISO 5805, *Vibrations et chocs mécaniques* — *Exposition de l'individu* — *Vocabulaire*.

ISO 8041, *Réponse des individus aux vibrations* — *Appareillage de mesure*.

ISO 8662 (toutes les parties), *Machines à moteur portatives* — *Mesurage des vibrations au niveau des poignées*.

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 5349, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041 et l'ISO 5805, ainsi que les termes et définitions ci-dessous s'appliquent.

3.1.1

machine chargée manuellement

machine dont la partie travaillante reçoit les pièces à usiner par l'opérateur, de sorte que l'exposition aux vibrations s'opère par l'intermédiaire de la pièce tenue à la main

EXEMPLE scie à ruban, touret sur socle

3.1.2

machine guidée à la main

machine guidée par la main de l'opérateur, de sorte que l'exposition aux vibrations s'opère par l'intermédiaire des poignées, du volant ou du timon

EXEMPLE tondeuse à gazon autoportée, transpalette motorisé, meuleuse pendulaire

3.1.3

pièce travaillée tenue à la main

pièce tenue à la main de sorte que l'exposition aux vibrations s'opère par son intermédiaire plutôt que, ou ainsi que, par l'intermédiaire de la poignée de la machine

EXEMPLE une pièce coulée maintenue contre un touret sur socle, du bois introduit dans une scie à ruban

3.1.4

machine tenue à la main

machine tenue à la main

EXEMPLE perceuse électrique, burin pneumatique, scie à chaîne

3.1.5

outil rapporté

accessoire interchangeable ou remplaçable qui s'adapte dans ou sur une machine

EXEMPLE foret de perceuse, burin, chaîne coupante, lame de scie, meule

3.1.6

opération

tâche identifiable faisant l'objet d'un mesurage représentatif de l'amplitude des vibrations transmises, ceci pour l'utilisation d'une seule machine, pour un type de pièce travaillée tenue à la main ou pour un cycle d'une tâche

3.1.7

opérateur

personne utilisant une machine chargée manuellement, guidée à la main ou tenue à la main

3.1.8

fonctionnement de la machine

toute période de fonctionnement d'une machine, pendant laquelle l'opérateur est exposé aux vibrations transmises par la main

3.1.9

pièce travaillée

pièce usinée par une machine

3.2 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans la présente partie de l'ISO 5349 :

a_{hwi} valeur efficace de la vibration pondérée en fréquence selon un axe et transmise par la main pour l'opération i , en m/s^2 . Un suffixe complémentaire x , y ou z est utilisé pour indiquer la direction du mesurage, c'est-à-dire a_{hwix} , a_{hwiy} et a_{hwiz}

a_{hvi} valeur totale de vibration (désignée auparavant par l'expression 'somme vectorielle' ou 'somme des accélérations pondérées en fréquence') pour l'opération i (résultante quadratique des valeurs a_{hwi} pour les trois axes de vibration), en m/s^2

$A(8)$ exposition quotidienne aux vibrations, en m/s^2

$A_i(8)$ contribution de l'opération i à l'exposition quotidienne aux vibrations, en m/s^2 (pour des raisons pratiques, il est fait référence à cette valeur comme l' "exposition partielle aux vibrations")

T_0 durée de référence de 8 h (28 800 s)

T_i durée totale (quotidienne) de l'exposition aux vibrations pour l'opération i .

4 Grandeurs à mesurer

Il y a deux grandeurs principales à mesurer pour chaque opération i pendant l'exposition aux vibrations:

- la valeur totale de vibration a_{hvi} , exprimée en mètres par seconde carrée (m/s^2) ; cette valeur est calculée à partir des trois valeurs efficaces des vibrations pondérées en fréquence pour chaque axe, transmises par la main a_{hwix} , a_{hwiy} et a_{hwiz} ;
- la durée (quotidienne) T_i de l'exposition aux vibrations pour l'opération i .

Le principal paramètre à consigner est l'exposition quotidienne aux vibrations $A(8)$, qui est calculée à partir des valeurs de a_{hvi} et T_i pour toutes les opérations i (voir article 8).

5 Préparation du mode opératoire de mesure

5.1 Généralités

Le travail d'un opérateur sur un lieu de travail se compose d'une série d'opérations dont certaines peuvent être répétées. L'exposition aux vibrations peut varier considérablement d'une opération à l'autre, du fait de l'utilisation de différentes machines ou de différents modes de fonctionnement d'une machine.

Pour évaluer l'exposition quotidienne aux vibrations, il est tout d'abord nécessaire d'identifier les opérations qui sont susceptibles de contribuer de manière significative à l'exposition globale aux vibrations. Pour chacune de ces opérations, il est ensuite nécessaire de décider des modes opératoires à mettre en œuvre pour le mesurage de l'exposition aux vibrations. Les méthodes à utiliser dépendent des caractéristiques de l'environnement de travail, de l'organisation du travail et de la source des vibrations.

5.2 Choix des opérations à mesurer

Il est important d'effectuer des mesurages sur toutes les machines ou toutes les pièces à travailler susceptibles de contribuer de manière significative à l'exposition quotidienne aux vibrations. Afin d'obtenir une juste représentation de l'exposition quotidienne moyenne aux vibrations, il est nécessaire d'identifier

- a) toutes les sources de l'exposition aux vibrations (c'est-à-dire les machines et outils utilisés);
- b) tous les modes de fonctionnement de la machine, par exemple:
 - les scies à chaîne peuvent fonctionner au ralenti, du fait de l'effort lié au sciage d'un tronc d'arbre ou travailler sous une faible charge lors du sciage des ramifications;
 - une perceuse mécanique peut être utilisée en mode percussion ou non et peut disposer d'une plage de réglage de sa vitesse.
- c) tous les changements des conditions de fonctionnement lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter l'exposition aux vibrations, par exemple:
 - un brise-béton utilisé initialement sur un revêtement en béton dur, puis utilisé sur un sol plus mou situé en dessous dudit revêtement;
 - utilisation initiale d'une meuleuse pour éliminer les métaux grossiers, suivie d'opérations plus délicates de nettoyage et de profilage;
- d) tous les outils rapportés susceptibles d'affecter l'exposition aux vibrations, par exemple:
 - une ponceuse peut être utilisée avec toute une série de qualités différentes de papier abrasif, du grain grossier au grain fin;
 - un maçon peut utiliser un burineur pneumatique avec différents burins.

De plus, il peut être utile d'obtenir:

- e) les informations fournies par les travailleurs et les responsables sur les situations qui, selon eux, engendrent les amplitudes de vibration les plus élevées;
- f) les estimations des risques vibratoires potentiels pour chaque opération, au moyen des informations disponibles fournies par les constructeurs sur les valeurs d'émission de vibrations, voir annexe A, ou grâce à l'utilisation des résultats publiés des mesurages précédents effectués sur des machines similaires.

5.3 Organisation des mesurages

L'organisation des mesurages peut être envisagée de quatre manières fondamentales:

- a) mesurage de longue durée du fonctionnement continu de la machine:

La durée de fonctionnement est longue et continue, et pendant cette période l'opérateur reste en contact avec la surface vibrante. Dans ce cas, le mesurage des vibrations peut être effectué sur de longues périodes pendant l'utilisation normale de la machine. L'opération peut inclure les variations de l'amplitude des vibrations, à condition qu'elles fassent partie de la procédure normale de travail.

Outre les informations relatives à l'amplitude des vibrations, l'évaluation de l'exposition quotidienne aux vibrations requiert l'évaluation de la durée quotidienne d'exposition aux vibrations.

- b) mesurage de longue durée du fonctionnement discontinu de la machine:

La durée de fonctionnement est longue mais inclut de brèves interruptions dans l'exposition aux vibrations. Toutefois, pendant toute la durée de l'opération et des interruptions, l'opérateur reste en contact avec la surface (vibrante). Dans ce cas, le mesurage des vibrations peut être effectué sur de longues périodes pendant l'utilisation normale de la machine, à condition que toutes les interruptions de l'opération fassent partie intégrante de la procédure normale de travail et que l'opérateur reste en contact avec la machine ou la pièce travaillée tenue à la main, ou qu'il ne modifie pas de manière significative la position de ses mains sur la machine ou sur la pièce travaillée tenue à la main.

Outre les informations relatives à l'amplitude des vibrations, l'évaluation de l'exposition quotidienne aux vibrations requiert l'évaluation de la durée quotidienne d'exposition à l'opération. Dans ce cas, la durée d'exposition à l'opération inclut les brèves interruptions dans l'exposition aux vibrations ; elle est de ce fait plus longue que la durée d'exposition aux vibrations.

- c) mesurage de courte durée du fonctionnement discontinu de la machine:

Dans de nombreuses situations, la main se désolidarise souvent de la machine ou de la pièce travaillée tenue à la main, par exemple la machine est posée, la main se déplace vers une pièce différente de la machine ou saisit une autre pièce travaillée. Dans d'autres situations, des changements doivent intervenir sur les machines utilisées, par exemple installation de différentes bandes abrasives ou de différentes mèches ou utilisation d'autres machines. Dans tous ces cas, les mesurages de courte durée peuvent être effectués uniquement au cours de chaque phase de l'opération.

Dans certains cas, il est difficile, voire impossible, d'obtenir des mesurages fiables pendant le processus normal de travail, du fait que les durées d'exposition sont trop courtes pour pouvoir effectuer des mesurages. Dans ce cas, les mesurages peuvent être réalisés pendant des opérations de travail simulé qui organisent de façon artificielle des expositions ininterrompues plus longues avec des conditions de travail aussi proches que possible des conditions normales.

Outre les informations relatives à l'amplitude des vibrations, l'évaluation de l'exposition quotidienne aux vibrations requiert une évaluation de la durée d'exposition associée à chaque phase de travail.

- d) mesurage, sur une durée fixe, d'une machine travaillant en saccades ou par à-coups isolés ou répétés:

Certaines opérations entraînent une exposition aux vibrations correspondant à des saccades de courte durée, ce qui peut se traduire sous la forme de chocs isolés ou répétés, tels que dans le cas de riveurs, pistolets à clouer, etc., ou de rafales, telles que dans le cas de clés à chocs. Il est alors souvent difficile de procéder à une évaluation des durées réelles d'exposition, bien que le nombre de saccades quotidiennes puisse être

estimé. Dans ce cas, les mesurages peuvent être effectués sur une durée fixe qui inclut un ou plusieurs cycles complets de la machine. Il convient que la durée de mesurage inclut une période avant, pendant et après les saccades de vibrations qui soit la plus courte possible.

Outre les informations relatives à l'amplitude des vibrations et l'estimation du nombre d'expositions quotidiennes à des vibrations correspondant à des saccades, l'évaluation de l'exposition quotidienne aux vibrations requiert des informations sur la durée de mesurage ainsi que sur le nombre de saccades pendant la période de mesurage.

NOTE 1 Lorsque le travailleur est exposé à des chocs isolés répétés ou à des vibrations transitoires (par exemple machines d'assemblage), il est possible que la méthode décrite dans l'ISO 5349-1 ne soit pas adaptée et qu'elle sous-estime la gravité de l'exposition aux chocs. Toutefois, en l'absence d'une meilleure méthode, l'ISO 5349-1 peut être appliquée, mais il convient de le faire avec prudence et de l'indiquer dans les informations à consigner.

NOTE 2 Lorsque les mesurages de l'amplitude des vibrations doivent être comparés (par exemple pour comparer les vibrations produites par deux options différentes de machines ou d'outils rapportés), il est important d'effectuer des mesurages lors du fonctionnement continu de la machine, c'est-à-dire sans interruption dans l'exposition aux vibrations.

5.4 Durée des mesurages de vibrations

5.4.1 Mesurage pendant le fonctionnement normal

Il convient que la mesure corresponde à la valeur moyenne sur une période représentative de l'utilisation habituelle d'une machine ou d'un processus. Il est recommandé, dans toute la mesure du possible, de commencer la période de mesurage dès que les mains de l'opérateur entrent en contact avec la surface vibrante et de l'interrompre dès qu'il n'y a plus ce contact. Cette période peut inclure des variations des amplitudes de vibrations, voire même des périodes sans exposition.

Il convient, si possible, de procéder à une série de mesurages échantillonnés à des périodes différentes de la journée, et de les moyenner de manière à tenir compte des variations de vibrations intervenant dans cette même journée.

NOTE L'amplitude moyenne des vibrations d'une série de N échantillons d'amplitude de vibrations est donnée par la formule suivante:

$$a_{hw} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{j=1}^N a_{hwj}^2 t_j}$$

où

a_{hwj} est l'amplitude des vibrations mesurée pour l'échantillon j ;

t_j est la durée de mesurage de l'échantillon j .

$$T = \sum_{j=1}^N t_j$$

Les expositions aux vibrations sont souvent de courte durée et répétées de nombreuses fois au cours d'une journée de travail. Bien qu'il soit possible de faire une moyenne des mesurages pour des cycles d'opération complets (en incluant les périodes où la source de vibration est inactive), on ne peut normalement effectuer qu'une moyenne sur la période courte pendant laquelle la main est en contact avec la surface vibrante.

La durée minimale acceptable des mesurages dépend des caractéristiques du signal, de l'appareillage et de l'opération. La durée totale minimale de mesurage (c'est-à-dire le nombre d'échantillons multiplié par la durée par mesurage) est généralement d'1 min au moins. Il y a lieu de prélever un certain nombre d'échantillons de plus courte durée, de préférence à un seul et unique mesurage de longue durée. Pour chaque opération, il convient de prélever au moins trois échantillons.

Les mesurages de très courte durée (par exemple durée inférieure à 8 s) ne sont vraisemblablement pas fiables, particulièrement du point de vue de l'évaluation des composantes de basse fréquence; il est donc recommandé de

les éviter dans toute la mesure du possible. Lorsque les mesurages de très courte durée ne peuvent être évités (par exemple pour certains types de meules sur socle pour lesquels les temps de contact peuvent être très courts), il est conseillé de prélever un nombre supérieur d'échantillons (par rapport au nombre minimal de trois), afin de garantir un temps d'échantillonnage total supérieur à 1 min.

5.4.2 Procédures de travail simulé

Lorsque les mesurages ne sont pas possibles ou lorsqu'ils sont difficiles à effectuer au cours du fonctionnement normal de la machine, des procédures de travail simulé peuvent alors être utilisées afin de simplifier le processus de mesurage des vibrations.

L'utilisation principale des procédures de travail simulé consiste à effectuer des mesurages sur des périodes plus longues que celles admises pendant un travail de production normal. Par exemple, le meulage sur socle de petites pièces coulées peut ne durer que quelques secondes par pièce. Plutôt que de tenter d'effectuer des mesurages de courtes durées sur de nombreuses pièces coulées, il peut être possible de simuler le meulage sur un petit nombre de pièces rebutées, en utilisant chaque pièce rebutée plusieurs fois.

Le fait de saisir, poser ou reposer la machine ou la pièce travaillée tenue à la main peut perturber le mesurage. Cette gêne peut également être évitée en effectuant le mesurage au cours de procédures de travail simulé, qui peuvent être conçues de manière à éviter toutes interruptions entre les opérations.

5.5 Estimation de la durée quotidienne d'exposition aux vibrations

La durée quotidienne d'exposition doit être obtenue pour chaque source de vibration. Bien souvent la durée type d'exposition quotidienne aux vibrations est fondée sur

- un mesurage de la durée d'exposition réelle pendant une période d'utilisation normale (par exemple période évaluée sur un cycle de travail complet, ou pendant une période type de 30 min); et
- sur les informations relatives à la cadence de travail (par exemple le nombre de cycles de travail par poste ou la durée d'un poste).

Le premier de ces mesurages consiste à déterminer la durée d'exposition d'un opérateur aux vibrations ainsi que la source d'origine, pendant une période spécifiée. Différentes techniques peuvent être utilisées, par exemple:

- l'utilisation d'un chronomètre;
- l'utilisation d'un consignateur de données spécifique associé à l'utilisation d'une machine;
- l'analyse d'enregistrements vidéo;
- l'échantillonnage des activités.

Les fiches de travaux constituent la source d'information la plus fiable sur la cadence de travail habituelle. Il est toutefois important de s'assurer que les informations sont compatibles avec les informations nécessaires à une évaluation de l'exposition quotidienne aux vibrations. Par exemple, les fiches de travaux peuvent fournir des informations très précises sur le nombre de tâches effectuées à la fin de chaque journée, mais en présence de deux ou plusieurs opérateurs, ou lorsque des tâches ne sont pas achevées à la fin d'un poste de travail, il se peut que ces informations ne soient pas directement applicables à l'évaluation de l'exposition aux vibrations.

Quelle que soit la méthode utilisée pour mesurer les vibrations, il faut déterminer la durée d'exposition quotidienne totale. Si une moyenne des vibrations a été établie sur un cycle de travail complet, la durée quotidienne d'exposition correspond simplement à la durée du cycle de travail multipliée par le nombre de cycles par jour. Si un mesurage a été effectué pour une période pendant laquelle la main est en contact avec la surface vibrante, il faut évaluer le temps de contact total par jour.

AVERTISSEMENT Généralement, lorsque les opérateurs sont interrogés pour connaître l'utilisation quotidienne habituelle d'une machine, ils font habituellement une surestimation en indiquant une estimation de la période pendant laquelle la machine est utilisée, en incluant les périodes de pause au cours de l'opération (pause, par exemple, entre deux écrous lors du fonctionnement d'une boulonneuse ou temps nécessaire à la préparation d'une nouvelle pièce travaillée).

NOTE L'ISO 5349-1 fournit uniquement un système d'évaluation de l'exposition quotidienne aux vibrations pour une journée de travail. Il ne peut pas être supposé que la méthode de l'ISO 5349-1 peut être extrapolée au moyennage des expositions sur des périodes supérieures à une journée. Toutefois, dans certaines situations, il peut être souhaitable d'obtenir une évaluation de l'exposition qui soit fondée sur les informations d'exposition obtenues sur des périodes supérieures à une journée. Par exemple, avec certains types de travail, le temps d'utilisation des machines vibrantes varie de manière importante d'une journée à l'autre (par exemple dans des industries telles que le bâtiment ou la construction et la réparation navales); il est donc difficile, voire impossible, de faire appel aux fiches d'observation ou aux fiches techniques pour obtenir une indication des durées d'exposition quotidiennes habituelles. L'annexe B donne des exemples de méthodes qui ont été utilisées pour évaluer les expositions aux vibrations sur des périodes supérieures à une journée.

6 Mesurage de l'amplitude des vibrations

6.1 Equipement de mesure

6.1.1 Généralités

Les systèmes de mesurage des vibrations utilisent généralement des accéléromètres pour détecter le déplacement de la surface vibrante. Le signal de vibration relevé par l'accéléromètre peut être traité de différentes façons afin d'obtenir une mesure de l'accélération pondérée en fréquence.

Les mesurages des vibrations peuvent être effectués à l'aide de vibromètres simples et monoblocs, comportant des pondérations fréquentielles et des dispositifs d'intégration intrinsèques. Ces systèmes sont conçus principalement pour évaluer l'exposition aux vibrations sur le lieu de travail; ils suffisent généralement dans la plupart des situations couvertes par la présente partie de l'ISO 5349. Un appareillage simple ne permet toutefois pas de mettre en évidence les erreurs liées au mesurage des vibrations.

Les systèmes de mesurage plus élaborés reposent souvent sur un concept d'analyse de fréquence (par exemple bande de tiers d'octave ou bande étroite). Ils peuvent utiliser des enregistreurs de données numériques ou analogiques permettant de mémoriser l'information temporelle; ils peuvent faire appel à des techniques informatiques d'acquisition et d'analyse des données. Ces systèmes sont plus coûteux et plus complexes à utiliser que les systèmes monoblocs.

En cas de doute quant à la qualité du signal d'accélération (par exemple DC shift, voir 6.2.4), il est utile de disposer des informations sur l'analyse de fréquence. Celle-ci fournit également des informations sur toutes les fréquences dominantes et sur tous les harmoniques, ce qui peut faciliter l'identification de mesures de contrôle effectives des vibrations.

Toutes informations complémentaires, fournies par exemple par des systèmes de mesure plus sophistiqués, peuvent être utiles aux limites d'application de l'ISO 5349-1 (par exemple chocs isolés répétés, composantes à fréquence dominante dépassant 1 250 Hz).

L'ISO 8041 donne les exigences minimales de performance (par exemple caractéristiques de pondération fréquentielle, tolérances, plage dynamique, sensibilité, linéarité et capacité de surcharge) relatives à l'appareillage de mesure et d'analyse approprié.

6.1.2 Accéléromètres

6.1.2.1 Généralités

L'accéléromètre se choisit généralement en fonction de l'amplitude des vibrations attendue, de la gamme de fréquences à prendre en compte, des caractéristiques physiques de la surface mesurée ainsi que de l'environnement dans lequel il doit être utilisé.

6.1.2.2 Amplitude de vibration

Les machines tenues à la main peuvent produire des amplitudes de vibration importantes. Un marteau pneumatique, par exemple, peut générer une accélération maximale de 20 000 m/s² à 50 000 m/s². L'essentiel de cette énergie, toutefois, se produit à des fréquences largement en dehors de la gamme de fréquences utilisée dans la présente partie de l'ISO 5349. L'accéléromètre choisi pour le mesurage doit néanmoins pouvoir fonctionner à ces amplitudes de vibration très élevées tout en continuant à répondre aux amplitudes bien moins élevées dans la gamme de fréquences comprise entre 6,3 Hz et 1 250 Hz (fréquences centrales de bande de tiers d'octave). Voir l'annexe C pour l'utilisation de filtres mécaniques permettant de supprimer les vibrations à des fréquences très élevées.