
**Vibrations et chocs mécaniques —
Vibrations des structures fixes — Lignes
directrices pour le mesurage des
vibrations et l'évaluation de leurs effets
sur les structures**

*Mechanical vibration and shock — Vibration of fixed structures —
Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their
effects on structures*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4866:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-
e08466887c21/iso-4866-2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010)



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 4866:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2010

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.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Facteurs relatifs à la source à considérer	3
5 Facteurs relatifs à la structure à considérer	4
6 Grandeurs à mesurer	5
7 Gamme de fréquences et amplitude de vibration	5
8 Instrumentation	6
9 Emplacement et fixation des transducteurs	8
10 Acquisition de données, analyse et évaluation	11
11 Méthodes de mesure et d'établissement du rapport	13
12 Évaluation des réponses (aux vibrations)	15
Annexe A (informative) Valeurs de la réponse structurelle	18
Annexe B (informative) Classification des bâtiments	20
Annexe C (informative) Données aléatoires	25
Annexe D (informative) Prévision des fréquences propres et de l'amortissement des bâtiments	26
Annexe E (informative) Interaction des vibrations entre les fondations d'une structure et le sol	32
Bibliographie	38

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 2.

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 du présent document 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 4866 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4866:1990) dont elle constitue une révision technique. Elle incorpore également les Amendements ISO 4866:1990/Amd.1:1994 et ISO 4866:1990/Amd.2:1996.

Introduction

La nécessité pour les structures de supporter les vibrations est de plus en plus reconnue, et exige d'être prise en considération à la fois pour la conception en vue de l'intégrité des structures, du comportement en service et de l'acceptabilité de l'environnement, et pour la préservation des structures historiques.

Le mesurage des vibrations dans une structure est réalisé afin de répondre à divers objectifs:

- a) *reconnaissance du problème*, lorsqu'il est signalé qu'une structure est soumise à des vibrations atteignant un niveau pouvant affecter les occupants et les équipements et qu'il peut être nécessaire de vérifier si ces niveaux concernent ou non l'intégrité de la structure;
- b) *vérification de contrôle*, lorsque les niveaux vibratoires maximaux permis ont été déterminés par un organisme et que ces vibrations doivent être mesurées et faire l'objet d'un rapport;
- c) *documentation*, lorsque des vibrations dynamiques ont été déterminées lors de la conception et que des mesurages ont été réalisés pour vérifier les prévisions en matière de réponse et pour fournir de nouveaux paramètres de conception (Ces derniers peuvent utiliser des vibrations ambiantes ou des vibrations imposées. Des séismographes de mouvement fort peuvent être mis en place de façon à indiquer si les réponses à un tremblement de terre justifient des modifications de la procédure de mise en œuvre dans une structure);
- d) *diagnostic*, lorsqu'il a été établi que les niveaux vibratoires nécessitent une enquête plus approfondie, des mesurages sont réalisés afin de fournir des informations en ce qui concerne les procédures d'atténuation (Une autre méthode de diagnostic consiste à utiliser la réponse des structures à des vibrations ambiantes ou imposées afin d'établir l'état de la structure, par exemple après une charge sévère telle qu'un tremblement de terre).

Ces différents objectifs demandent divers systèmes de mesure, du plus simple au plus sophistiqué, mis en place lors de différents types d'investigation.

De nombreuses parties intéressées ont besoin de lignes directrices techniques relatives aux méthodes les plus appropriées de mesurage, de caractérisation et d'évaluation des vibrations qui affectent les structures. Cela s'applique à la fois aux structures existantes qui sont susceptibles d'être soumises à différents types d'excitation et à des structures neuves érigées dans un environnement où les sources d'excitation peuvent être importantes.

Les effets des vibrations peuvent également être déterminés de manière analytique.

Bien que les données de la présente Norme internationale puissent être utilisées pour évaluer la sévérité relative des vibrations des structures, elles ne doivent pas être considérées comme des données proposant des niveaux acceptables ou non acceptables. Elles ne tiennent pas compte non plus des aspects économiques et sociaux qui sont traités de façon adéquate par des organismes nationaux de réglementation.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4866:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010>

Vibrations et chocs mécaniques — Vibrations des structures fixes — Lignes directrices pour le mesurage des vibrations et l'évaluation de leurs effets sur les structures

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit des principes pour l'exécution des mesurages des vibrations et du traitement des données en vue de l'évaluation des effets des vibrations sur les structures. Elle ne traite pas de la source d'excitation sauf lorsque celle-ci impose un effort dynamique, une fréquence ou d'autres paramètres pertinents. L'évaluation des effets des vibrations des structures provient essentiellement de la réponse de la structure, à l'aide de méthodes analytiques appropriées permettant de définir la fréquence, la durée et l'amplitude des vibrations. La présente Norme internationale ne traite que du mesurage des vibrations des structures et exclut celui du bruit aérien et d'autres variations de pression, bien que la réponse à de telles excitations soit prise en considération.

La présente Norme internationale s'applique à toutes les structures construites au-dessus ou au-dessous du sol. Cela comprend toutes les structures pouvant être utilisées ou entretenues, telles que les bâtiments, structures ayant une valeur archéologique et historique (patrimoine culturel), les ponts et les tunnels, les installations pour le gaz et les liquides, dont les pipelines, les structures à terre (par exemple les digues et les berges) et les installations maritimes fixes (par exemple les quais et les embarcadères).

La présente Norme internationale ne s'applique pas à certaines structures spéciales, dont les centrales nucléaires et les barrages.

La réponse des structures dépend de l'excitation. La présente Norme internationale examine les méthodes de mesure affectées par la source d'excitation, c'est-à-dire la fréquence, la durée et l'amplitude induites par une source quelconque (par exemple les tremblements de terre, les ouragans, les explosions, la force du vent, le bruit aérien, les bangs soniques, les machines qui se trouvent à l'intérieur, le trafic et les activités de construction).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 2041, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

source de vibrations

corps simple ou multiple, solide, liquide ou gazeux, émettant des vibrations dans son environnement

[ISO 14964:2000^[8], 3.10]

3.2

événement vibratoire

modification des vibrations ambiantes existantes due à une ou plusieurs sources

3.3

récepteur de vibrations

toutes les structures ou tous les éléments de structures réagissant à l'énergie vibratoire émise par une source intérieure ou extérieure

[ISO 14964:2000^[8], 3.11]

3.4

cycle de travail

description et durée d'une opération de production servant à la fabrication d'un produit ou à l'exécution d'une opération

NOTE Adapté de l'ISO 14964:2000^[8], 3.2.

3.5

intervalle de mesure

(vibration et choc mécanique) durée de mesurage minimale représentant de manière précise la réponse d'une structure excitée par des vibrations connues

3.6

intervalle d'observation

durée pendant laquelle ont lieu des mesurages continus ou non continus visant à caractériser les activités vibratoires

3.7

intervalle de référence

(vibration et choc mécanique) durée considérée pour inclure l'émission de vibrations digne d'intérêt, définie par la réglementation et le contrat

3.8

sensibilité du transducteur

rapport entre la sortie du transducteur et l'entrée du transducteur

3.9

dynamique de mesurage

rapport, exprimé en décibels, entre l'amplitude maximale mesurée et l'amplitude mesurable minimale de l'instrument pendant le mesurage

3.10

dynamique opérationnelle de mesurage

rapport, exprimé en décibels, entre l'amplitude maximale contractuelle, réglementaire ou estimée, et l'amplitude mesurable minimale de l'instrumentation

3.11

dynamique du système de mesure

rapport, exprimé en décibels, entre l'amplitude maximale et l'amplitude minimale mesurée par l'instrument de mesure

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4866:2010
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f42aba7-573b-400c-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010>

4 Facteurs relatifs à la source à considérer

4.1 Généralités

La source, qui correspond à l'origine de l'événement vibratoire, doit être identifiée et décrite de manière précise afin de considérer ses caractéristiques lorsqu'un programme de mesure doit être mis en place ou lorsque les résultats doivent être comparés à des limites réglementaires ou contractuelles.

Pour cette description, trois classifications sont nécessaires: une en rapport avec la durée d'exposition; une autre liée à la variation de l'amplitude en fonction du temps; et une troisième s'intéressant à la catégorie des signaux de vibrations.

4.2 Classification des événements en fonction de leur durée

4.2.1 Permanents

L'émission de la source est permanente ou quasi permanente pendant l'intervalle de référence sélectionné.

4.2.2 Intermittents

Une succession d'événements, chacun de courte durée, entrecoupés d'intervalles irréguliers pendant lesquels l'amplitude de vibration est équivalente au niveau ambiant.

4.2.3 Isolés

Sources générant des événements vibratoires de courte durée (quelques secondes) pouvant se produire une seule fois. Les événements isolés ne dépassent pas cinq par jour.

4.3 Classification des événements en fonction de la variation de leur amplitude avec le temps

4.3.1 Stables

La variation de l'amplitude avec le temps ne dépasse pas 10 %.

4.3.2 Cycliques

Répétition d'événements de même amplitude.

4.3.3 Autres événements

Autres événements ne pouvant être classifiés comme stables ou cycliques.

4.4 Classification en fonction de la catégorie des signaux émis par la source

Les catégories de sources de signal comprennent les suivants:

- a) stationnaires (par exemple les générateurs);
- b) non stationnaires (par exemple les trains);
- c) vibrations transitoires ou impulsives avec impulsions séparées (par exemple explosion) ou répétées (par exemple presses mécaniques).

5 Facteurs relatifs à la structure à considérer

5.1 Généralités

La réponse des structures et des éléments de structure à des excitations dynamiques dépend de leurs caractéristiques de réponse (par exemple fréquences propres, formes de mode et amortissement modal) et du spectre de l'excitation. Il convient d'examiner les effets cumulés, notamment pour des niveaux de réponse élevés et pour des durées d'exposition prolongées, lorsque des dommages de fatigue sont susceptibles de se produire.

5.2 Type et état des structures

Afin de décrire et de catégoriser les effets visibles des vibrations, une classification des structures traitées dans la présente Norme internationale est nécessaire. Pour les besoins de la présente Norme internationale, une classification des bâtiments est donnée à l'Annexe B.

NOTE Pour une classification des tunnels, voir l'ISO 10815^[5].

5.3 Fréquences propres et amortissement

La fréquence propre fondamentale d'une structure ou d'une partie d'une structure influence sa réponse et doit être connue pour permettre d'appliquer plusieurs méthodes d'évaluation des vibrations. Pour cela, il est possible de réaliser une analyse spectrale de la réponse de bas niveau par rapport à l'excitation ambiante ou de procéder à une excitation artificielle, par exemple par l'utilisation d'excitateurs.

Des études expérimentales ont indiqué la gamme de fréquences fondamentales de cisaillement d'une structure de faible hauteur, 3 m à 12 m, comme allant de 15 Hz à 4 Hz (voir Référence [26]). L'amortissement dépend généralement de l'amplitude. La fréquence propre et l'amortissement des structures fixes sont traités à l'Annexe D.

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 4866:2010
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010>

5.4 Dimensions des structures

Les vibrations sismiques peuvent avoir des longueurs d'onde comprises entre 1 m et plusieurs centaines de mètres. La réponse à des excitations de longueurs d'onde plus courtes est complexe et les fondations sont alors susceptibles d'agir comme un filtre. Les structures d'habitation plus petites ont généralement des dimensions de base inférieures à la longue longueur d'onde qui est propre à l'état du sol. Les structures plus longues, telles que les barrages, sont plus affectées par des excitations de longueurs d'onde plus importantes.

5.5 Influence de l'état du sol

Il est maintenant habituel, dans les études techniques, de tenir compte de l'influence du sol.

Une évaluation de l'interaction sol-structure se justifie parfois pour les vibrations artificielles; ce genre d'évaluation implique la détermination de la vitesse d'onde de cisaillement ou du module dynamique de rigidité dans un volume approprié de matériau de sol (voir Annexe E). Il est possible d'obtenir des méthodes empiriques, numériques et analytiques à partir de plusieurs sources de documentation (Référence [28], par exemple).

Des fondations sur sols médiocres et sur remblais sont susceptibles d'être affectées par un tassement ou une perte de résistance imputable aux vibrations du sol. Le risque présenté par ce type d'effet est fonction de la taille des particules et de la forme du sol, de l'uniformité de la granulométrie, de son compactage (qui peut être surveillé par un nivelage précis), de son degré de saturation, des contraintes internes ainsi que de l'amplitude de mouvement multiaxiale maximale et de la durée des vibrations du sol. Les sables saturés de moindre cohésion sont à cet égard particulièrement vulnérables et peuvent être, dans des conditions extrêmes, sujets à la liquéfaction. Ce phénomène doit être pris en considération dans l'évaluation des vibrations et dans l'explication de leurs effets (voir Références [28], [29] et l'Annexe B). Pour les structures

plus grandes, il convient d'évaluer séparément la ligne de faille et les conditions de sol différentielles associées.

L'évaluation des effets des vibrations sur une structure doit inclure

- a) les effets directs résultant de la réponse temporelle réelle d'une structure aux vibrations induites;
- b) les effets indirects pouvant être initiés par d'autres facteurs et accélérés par les vibrations (activités de construction, tassement du sol, dommages existants, niveaux de l'eau).

NOTE Un exemple d'activités de construction est un terrassement de sous-sol mal renforcé. Cela peut entraîner des mouvements de terrain et endommager le bâtiment, ce qui constitue un mécanisme pouvant être exacerbé par les vibrations.

6 Grandeurs à mesurer

La caractérisation de la nature des vibrations et de la réponse vibratoire peut être effectuée à l'aide de divers capteurs de déplacement, de vitesse ou d'accélération. La vitesse et l'accélération sont des grandeurs cinématiques couramment mesurées. La connaissance de la fonction de transfert appropriée du système de détection permet de calculer chaque grandeur à partir d'une autre par intégration ou différenciation. Il est recommandé d'utiliser le transducteur approprié pour mesurer directement la grandeur requise afin d'éviter le processus d'intégration ou de différenciation. Tant que les exigences relatives à l'acquisition de données, au traitement et à la présentation sont satisfaites, n'importe quelle grandeur peut être mesurée. L'expérience suggère qu'il y a des grandeurs recommandées pour différentes situations.

ATTENTION — L'intégration à des fréquences inférieures appelle à la prudence et invite à se fier à la réponse en phase de l'amplitude du transducteur et à la configuration du mesurage (voir Article 8); il convient d'utiliser avec précaution les informations de phase du transducteur de vitesse aux fréquences inférieures.

ISO 4866:2010

Les réponses du système en amplitude et en phase sont critiques lorsqu'il s'agit de mesurer les grandeurs relatives aux crêtes. Dans de tels cas, il convient de valider la performance linéaire de toute la configuration de mesurage. Le signal étudié doit dépasser de manière suffisante le bruit électrique du système de mesure utilisé, généralement selon un facteur de 10. Pendant le mesurage, il convient que le signal étudié dépasse les vibrations ambiantes, mais cela ne se fait pas toujours sous le contrôle du chercheur. Si possible, faire en sorte de réduire les vibrations ambiantes lorsque cela est pertinent (par exemple mise hors tension de l'installation mécanique sans rapport avec la source étudiée).

7 Gamme de fréquences et amplitude de vibration

La gamme de fréquences digne d'intérêt dépend du spectre de l'excitation et de la réponse mécanique de la structure. À des fins de simplicité, la présente Norme internationale traite des fréquences comprises entre 0,1 Hz et 500 Hz couvrant une grande variété de structures soumises à des sources d'excitation naturelles (vents et tremblements de terre) et artificielles (construction, explosion, trafic). Les machines se trouvant à l'intérieur peuvent nécessiter des mesurages sur une plage de fréquences plus étendue.

La plupart des dommages structurels causés par des sources artificielles se produisent dans la gamme des fréquences comprises entre 1 Hz et 150 Hz. Les sources naturelles, comme les tremblements de terre et l'excitation due au vent, comportent habituellement de l'énergie au niveau des dommages à des fréquences inférieures comprises dans la gamme de 0,1 Hz à 30 Hz.

Les niveaux vibratoires dignes d'intérêt pour l'analyse et la caractérisation des réponses structurelles varient de quelques millimètres par seconde à plusieurs centaines de millimètres par seconde selon la fréquence (les Tableaux A.1 et A.2 montrent les gammes de réponse structurelle pour différentes sources ainsi que les valeurs typiques et les conditions de mesure).

8 Instrumentation

8.1 Exigences générales

Les vibrations sont mesurées à des fins d'évaluation, de diagnostic ou de contrôle d'une structure. Il n'est pas prévu qu'un seul système d'instrumentation satisfasse à toutes les exigences de gamme dynamique et de fréquences dans la mesure où la vaste série d'applications de la présente Norme internationale peut être utilisée.

Le système de mesure comprend:

- a) des transducteurs (voir 8.2);
- b) un équipement de conditionnement des signaux;
- c) un système d'enregistrement des données.

Les réponses en fréquence, amplitude et phase doivent être spécifiées pour le système de mesure complet lorsque ses éléments sont connectés de la façon prévue pour l'utilisation.

La précision des vibrations mesurées dépend en partie des caractéristiques de l'équipement qui doivent être établies par étalonnage régulier à des dates spécifiées par le fabricant ou par la réglementation. Chaque dispositif doit être accompagné de son certificat d'étalonnage.

Au minimum, les vibrations doivent être caractérisées par un mesurage continu de l'amplitude de vibration, enregistrées sur une durée suffisamment longue et prises avec suffisamment de précision pour extraire son contenu spectral.

8.2 Choix des transducteurs

ISO 4866:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-c09c4087c211/iso-4866-2010>

Le choix des transducteurs est important pour l'évaluation correcte du mouvement vibratoire. En général, les transducteurs sont divisés en deux groupes: a) le transducteur de vitesse (géophone), largement utilisé dans le mesurage des vibrations structurelles, est généralement de nature électromagnétique fonctionnant à des fréquences au-dessus de sa fréquence propre; et b) l'accéléromètre piézoélectrique fonctionne généralement au-dessous de sa fréquence propre. D'autres transducteurs électromagnétiques, dont la gamme utile est au-dessous de leur fréquence propre, tels que les sismographes de mouvement fort, sont également disponibles.

Lors du mesurage de signaux de basses fréquences et de faibles amplitudes, la sortie de l'accéléromètre piézoélectrique est si faible que le résultat d'intégration est affecté par le bruit de l'intégrateur. Dans ce cas, utiliser d'autres types d'accéléromètres (capacitifs). Il est préférable d'utiliser un transducteur approprié pour mesurer directement la grandeur requise et éviter le processus d'intégration ou de différenciation.

8.3 Rapport signal-bruit

En règle générale, il convient que le rapport signal-bruit soit supérieur à 5 dB. Le bruit de fond est défini comme la somme de tous les signaux qui ne sont pas dus au phénomène à l'étude.

8.4 Classes d'instrumentation

8.4.1 Généralités

Les systèmes d'acquisition des données convenant pour l'établissement d'un seul paramètre simple (par exemple vitesse de crête) peuvent se révéler inadéquats pour définir un mouvement périodique plus complexe sur une gamme de fréquences spécifiée.

Pour les applications étudiées dans la présente Norme internationale, deux classes de mesure principales sont considérées:

- a) classe 1 pour l'expertise technique;
- b) classe 2 pour le contrôle sur le terrain.

Des instrumentations avec des paramètres particuliers peuvent être utilisées pour des applications spéciales et considérées comme des sous-classes de la classe 2.

8.4.2 Classe d'instrumentation 1 pour l'expertise technique

Les paramètres optimaux sont:

- a) la capacité de stockage de l'instrument doit être d'au moins 30 s par voie, à une vitesse minimale de 1 000 échantillons/s; dans certains cas, lorsque la fréquence à l'étude approche de l'extrémité supérieure de 500 Hz, la vitesse d'échantillonnage minimale doit être de 2 500 échantillons/s;
- b) l'échantillonnage doit être effectué à une fréquence d'au moins cinq fois la plus haute fréquence à analyser;
- c) pour l'acquisition numérique, le système d'enregistrement doit comprendre un filtre anti-repliement analogique ayant une atténuation minimale de 100 (40 dB) à la moitié de la fréquence d'échantillonnage;
- d) le système d'acquisition de données numérique doit comprendre un dispositif de visualisation des données temporelles mesurées ainsi que les données traitées pour contrôler que le système fonctionne normalement;
- e) la plage de fréquences de l'ensemble du système d'acquisition de données doit s'étendre de 1 Hz à 150 Hz (3 points de dB) ou plus, selon les besoins, afin de mesurer correctement la fréquence du signal vibratoire étudié; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4f2aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010>
- f) la dynamique de l'équipement de mesure doit être d'au moins 72 dB;
- g) l'amplitude mesurable minimale du système d'enregistrement doit être d'au moins 10 µm/s;
- h) les plages d'amplification doivent être telles que la dynamique de mesurage (amplitude supérieure/inférieure) soit supérieure à 40 dB;
- i) l'écart de réponse en fréquence des appareils de mesurage ne doit pas excéder 8 % (0,7 dB) de l'amplitude déterminée à la fréquence de référence, dans la gamme comprise entre 2 Hz et 80 Hz.

8.4.3 Classe d'instrumentation 2 pour le contrôle sur le terrain

Cette catégorie d'instrumentation est utilisée pour le contrôle vibratoire après définition des paramètres principaux par l'expertise technique ou pour la surveillance des phénomènes vibratoires connus. Les résultats obtenus par l'expertise technique et, si nécessaire, par des obligations contractuelles ou réglementaires permettent de déterminer les caractéristiques de fréquence et d'amplitude. Les paramètres optimaux sont:

- a) la dynamique de l'équipement de mesurage doit être d'au moins 66 dB;
- b) la dynamique opérationnelle de mesurage doit être d'au moins 20 dB;
- c) l'écart de réponse en fréquence des appareils de mesurage ne doit pas excéder 8 % (0,7 dB) de l'amplitude déterminée à la fréquence de référence, dans la gamme comprise entre 2 Hz et 80 Hz;

- d) l'équipement de contrôle doit enregistrer et stocker les événements vibratoires dépassant l'amplitude seuil désignée — les informations enregistrées suivantes doivent être consignées immédiatement après détection d'un événement:
- 1) la valeur maximale de l'amplitude,
 - 2) la date et l'heure de l'événement de départ.

8.4.4 Instrumentation pour des applications spéciales

Pour certaines applications spéciales, d'autres paramètres requis optimaux peuvent être utilisés pour la classe 2 uniquement:

- a) réduire la vitesse d'échantillonnage lors de la surveillance d'édifices et de ponts de grande hauteur;
- b) réduire la longueur de chaque enregistrement lors du contrôle d'événements brefs tels que l'explosion;
- c) augmenter la vitesse d'échantillonnage et la plage d'amplitudes lors de la surveillance d'ondes vibratoires se propageant dans des structures en béton et en roche dure.

9 Emplacement et fixation des transducteurs

9.1 Emplacement, nombre et orientation des transducteurs

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

9.1.1 Généralités

Le choix du nombre et de l'emplacement des transducteurs doit prendre en compte:

- a) d'éventuelles obligations contractuelles ou réglementaires; ISO 4866:2010
http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f42aba7-373b-460e-8d96-e08466887c21/iso-4866-2010
- b) l'objet de mesurage;
- c) le type de structure contrôlé, son état, sa géométrie, sa réponse dynamique;
- d) le système de fondation et l'interaction sol-fondation;
- e) la distance entre la source et les points de mesurage;
- f) l'énergie et le mode vibratoire générés par la source.

9.1.2 Emplacement des transducteurs

L'emplacement d'un transducteur dans une structure dépend de la réponse aux vibrations qui sont considérées. L'évaluation des vibrations transmises par le sol dans une structure est mieux réalisée par des mesurages sur/ou à proximité de la fondation. La fonction de transfert sol-fondation peut être évaluée en ajoutant des points de mesurage sur le sol.

La détermination de l'endommagement ou de la déformation par cisaillement de la structure dans son ensemble nécessite des mesurages directs sur les parties supportant des charges. Cela signifie généralement la présence de plusieurs composants de mesure sur la fondation, dans les coins de la sous-structure ou de la superstructure, bien que d'autres solutions soient possibles.

Parfois, des mouvements spécifiques (du sol, du mur, du pont, du plafond) sont à considérer, avec des amplitudes maximales, à des emplacements à mi-portée. Bien qu'elles soient parfois très sévères, ces vibrations sont habituellement sans relation avec l'intégrité de la structure (voir Référence [31]).

Il convient que les mesurages éventuels à effectuer sur un équipement tiennent compte des vibrations entrantes. Il convient qu'un point de mesure soit sur la structure au point d'entrée de la vibration et un autre sur le cadre de l'équipement. Dans ce cas, il convient, si possible, que l'équipement soit à l'arrêt lors du mesurage.

Les mesurages de vibrations, réalisés sur ou au-dessous de la surface du sol, peuvent être influencés par la variation de l'amplitude de l'onde de surface en fonction de la profondeur. Cela signifie que l'onde de surface expose les fondations de la structure à un mouvement qui est différent de celui observé à la surface du sol qui dépend de la longueur d'onde, des profondeurs de la fondation et des conditions géotechniques (voir E.4).

9.1.3 Nombre de transducteurs

L'évaluation adéquate des vibrations d'une structure nécessite un certain nombre de points de mesure qui dépendent des dimensions et de la complexité de la structure.

Lorsque l'objectif consiste à surveiller la vibration imposée, la position recommandée est au niveau de la fondation. Lorsque les mesurages sur la fondation elle-même ne sont pas possibles, il est normal de les pratiquer en un point inférieur sur le principal mur porteur extérieur du rez-de-chaussée. Le nombre de transducteurs dépend de la dimension de la structure.

Les mesures de la réponse vibratoire due aux sources situées à de grandes distances (trafic, battage des palplanches et tirs à l'explosif) montrent que ces vibrations peuvent être amplifiées à l'intérieur de la structure proportionnellement à sa hauteur et à sa profondeur (voir Annexe E). Il peut donc se révéler nécessaire de réaliser des mesurages simultanés en plusieurs points à l'intérieur de la structure.

Lorsque la hauteur d'une structure est supérieure à 12 m, il convient d'utiliser d'autres points de mesure tous les 12 m ou à l'étage le plus élevé de la structure.

Lorsque la longueur d'une structure est supérieure à 10 m, il convient que des points de mesure soient ajoutés à des positions intermédiaires appropriées et en des points critiques sur la structure (au moins trois: deux aux extrémités et un au centre).

Des mesurages simultanés sur la fondation et le sol extérieur permettent l'établissement d'une fonction de transfert.

D'autres points de mesure sur les planchers sont requis pour évaluer la réponse de l'être humain.

NOTE Pour les recherches utilisant une approche analytique, le point d'évaluation dépend des modes de déformation considérés. Pour des raisons économiques, la plupart des cas pratiques sont limités à l'identification des modes fondamentaux et à la mesure des réponses maximales de l'ensemble de la structure, ainsi qu'aux observations sur les éléments structurels tels que les planchers et les murs.

9.1.4 Orientation des composants

Lorsque des mesurages des vibrations transmises par le sol doivent être réalisés, il est habituel d'orienter les capteurs horizontaux dans la direction définie par la ligne reliant la source et le capteur. En étudiant la réponse structurelle par rapport aux vibrations du sol, il est plus réaliste d'orienter ces capteurs horizontaux le long des axes majeurs et mineurs de la structure.

Pour les vibrations induites par le vent, la composante du mouvement vertical est souvent négligée et il convient que l'orientation des capteurs de vibrations soit réalisée de manière à détecter les mouvements de rotation et les mouvements horizontaux.

9.2 Fixation des transducteurs

9.2.1 Généralités

Il convient d'avoir pour objectif la reproduction fidèle du mouvement de l'élément ou du support sans introduire de réponse supplémentaire.