
**Vibrations mécaniques — Vibrations
et bruits initiés au sol dus à des lignes
ferroviaires —**

Partie 31:

**Lignes directrices de mesurages *in
situ* pour l'évaluation de l'exposition
des individus dans les bâtiments**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Mechanical vibration — Ground-borne noise and vibration arising
from rail systems* 2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8867b04-ec0c-4b0f-bc58-bf1ec08eb24e/iso-ts-14837-31-2017>
*Part 31: Guideline on field measurements for the evaluation of human
exposure in buildings*



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 14837-31:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/886fbc4-ec0c-4b0f-bc58-bfdec08eb24e/iso-ts-14837-31-2017)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/886fbc4-ec0c-4b0f-bc58-bfdec08eb24e/iso-ts-14837-31-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Exigences pour les mesurages in situ dans les bâtiments	3
4.1 Généralités.....	3
4.2 Instrumentation.....	3
4.3 Fixation des capteurs de vibrations.....	5
4.4 Emplacements de mesure dans le bâtiment.....	8
4.5 Positions de mesure des vibrations et orientation.....	9
4.6 Positions de mesure du bruit.....	12
4.7 Conditions de mesure.....	13
4.8 Mode opératoire de mesure.....	15
4.9 Modes opératoires d'analyse, d'évaluation et de rédaction du rapport.....	17
Annexe A (informative) Prédiction du bruit solidien à partir des vibrations	19
Annexe B (informative) Immission des vibrations dans le bâtiment	27
Annexe C (informative) Couplage des capteurs	29
Annexe D (informative) Échelle d'évaluation du questionnaire	37
Bibliographie	41

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 14837-31:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/886fbc4-ec0c-4b0f-bc58-bfdec08eb24e/iso-ts-14837-31-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/886fbc4-ec0c-4b0f-bc58-bfdec08eb24e/iso-ts-14837-31-2017>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré 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*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 14837 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Vibrations mécaniques — Vibrations et bruits initiés au sol dus à des lignes ferroviaires —

Partie 31:

Lignes directrices de mesurages *in situ* pour l'évaluation de l'exposition des individus dans les bâtiments

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des lignes directrices destinées à encourager la rédaction de rapport de mesurage *in situ* des vibrations et bruits transmis par le sol avec un système métrique permettant la comparaison internationale et le développement futur de modèles empiriques. Il définit également les exigences minimales de base et les bonnes pratiques lors de la réalisation des mesurages pour l'évaluation de l'exposition des individus dans les bâtiments résidentiels afin de garantir leur fiabilité. Bien que les normes nationales ou les exigences fondées sur des besoins de projets spécifiques soient normalement prioritaires, le présent document peut être utilisé en l'absence d'exigences particulières ou pour fournir des recommandations supplémentaires. De ce fait, le présent document fournit un moyen d'améliorer la qualité générale et le rapport de mesurage *in situ* dans un format préférentiel.

Il existe de nombreuses raisons pour effectuer des mesurages *in situ* des vibrations et bruit solidien provenant d'opérations ferroviaires, depuis les instructions des plaintes jusqu'à la validation des modèles de prévision, de diagnostics et de recherche, comme indiqué dans l'ISO 14837-1:2005, 7.2. Dans le présent document, deux niveaux d'évaluation sont considérés.

— Le type 1 correspond aux mesurages de base des vibrations des planchers et du bruit dans les locaux des bâtiments pour évaluer l'exposition des individus aux vibrations et au bruit solidien. Les exigences sont présentées en deux niveaux de précision:

- a) mesurages de base avec précision minimale;
- b) mesurages avec incertitude réduite, également plus reproductibles et plus appropriés pour la prédiction.

Le bruit solidien est le bruit généré par des éléments de bâtiment entrant en vibration (par exemple les planchers, les murs et les plafonds) dans le local objet de l'étude et il est par conséquent le mieux exprimé à la fois par une grandeur acoustique et par une grandeur vibratoire. Son identification comme bruit solidien (par opposition au bruit aérien, aussi potentiellement présent) exige des mesurages simultanés du bruit et des vibrations. Néanmoins, il existe également des cas de vibrations très basses fréquences (au-dessous de 10 Hz à 16 Hz) où seuls les mesurages des vibrations sont pertinents. La mise en vibration de composants du bâtiment ou de meubles peut également générer un bruit de cliquetis. Le présent document n'a pas pour objectif de caractériser ce phénomène, mais à noter sa présence lorsqu'il se produit.

NOTE Dans certains cas, le type 1 peut concerner des mesurages au sol à l'extérieur d'un bâtiment (pour résoudre des problèmes d'accès ou pour se conformer aux réglementations nationales), bien que les mesurages dans le bâtiment soient généralement préférés.

— Le type 2 correspond à des mesurages étendus pour évaluer l'immission de vibrations dans les bâtiments, qui comprend des mesurages des vibrations sur les fondations du bâtiment ou à proximité de celles-ci et des mesurages des vibrations au sol à proximité du bâtiment de sorte que les pertes de couplage du bâtiment et la transmissibilité du bâtiment puissent être estimées.

Les mesurages des vibrations à proximité des voies (à la surface du sol ou dans les tunnels) pour une caractérisation appropriée de la source ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

Certaines exigences sont spécifiées dans le but d'obtenir un jeu de données minimal cohérent pour chaque investigation permettant la comparaison des données entre sites.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 1996-2:2017, *Acoustique — Description, évaluation et mesurage du bruit de l'environnement — Partie 2: Détermination des niveaux de pression acoustique*

ISO 14837-1:2005, *Vibrations mécaniques — Vibrations et bruits solidiens dus à des lignes ferroviaires — Partie 1: Directives générales*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 14837-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 pertes de couplage du bâtiment
différence de niveau de vibrations verticales dépendante de la fréquence, en décibels, entre la surface du sol (champ libre) et les fondations du bâtiment (qui peut être un mesurage sur ces fondations ou à proximité de celles-ci) qui est influencée par le bâtiment dans son ensemble

Note 1 à l'article: Des précautions sont exigées pour interpréter cette grandeur, qui peut avoir été approximée dans des situations où les mesurages du sol sont effectués à proximité du bâtiment et pas dans des conditions de champ libre idéal (voir 4.5 et Annexe B).

3.2 transmissibilité du bâtiment
différence de niveau de vibrations dépendante de la fréquence, en décibels, entre les fondations du bâtiment et les planchers du bâtiment

Note 1 à l'article: La transmissibilité du bâtiment peut s'appliquer aux directions verticale et horizontale. Elle peut être basée sur toute grandeur métrique: vitesse, accélération, etc. (voir Annexe B).

3.3 coin de local
coin de plafond 3D (3D cc) ou coin de plancher 3D (3D fc) qui fait référence aux mesurages de bruit dans un coin avec un sommet formé de trois parois (deux murs et un plafond ou deux murs et un plancher); un local rectangulaire comporte huit de ces coins 3D

Note 1 à l'article: Un mesurage conforme au présent document est généralement à égale distance de toutes les parois.

Note 2 à l'article: Un coin 2D est formé par deux parois, généralement deux murs d'un local (2D ww). Dans la pratique, un mesurage de coin 2D est à une hauteur donnée par rapport à un plancher (généralement de 1,2 m à 1,5 m), alors que la distance par rapport au mur est généralement de 1 m, mais pas inférieure à 0,5 m et doit être mesurée et déclarée. Un coin 2D peut également être situé entre un plancher et un mur (2D fw) ou entre un mur et un plafond (2D wc), mais il n'est pas utilisé dans le présent document.

3.4

catégorie d'événements ferroviaires

ensemble d'événements ferroviaires correspondant aux mêmes types de train passant à une vitesse typique, dans lequel les valeurs moyennes (et les écarts-types) des descripteurs d'exposition mesurés pour chaque passage peuvent être estimées et utilisées pour caractériser la catégorie considérée

EXEMPLE Les types de trains peuvent être: train de marchandises, suburbain, grande ligne, grande vitesse.

4 Exigences pour les mesurages in situ dans les bâtiments

4.1 Généralités

Le présent article spécifie les exigences pour effectuer des mesurages dans les bâtiments résidentiels à deux niveaux de détail, comme l'indique le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Détails des types

Type 1	Évaluation de l'exposition des individus aux vibrations et bruit solidien
Type 2	Immission des vibrations dans les bâtiments

Les exigences sont présentées dans les [Tableaux 2 à 9](#) qui comprennent trois colonnes.

- Pour le type 1, les exigences minimales sont indiquées dans la colonne de gauche et les exigences pour l'incertitude réduite (voir Guide ISO/IEC 98-1 ou la Référence^[40]) données dans la colonne du milieu.
- Pour le type 2, les exigences sont indiquées dans la colonne de droite.

Des recommandations et des explications supplémentaires sont fournies dans les notes de bas de page (qui clarifient et peuvent inclure des exigences spécifiques) et les notes (qui ne font que clarifier, mais n'incluent pas d'exigences spécifiques).

4.2 Instrumentation

Les exigences relatives à l'instrumentation pour effectuer des mesurages pour les type 1 et type 2 sont données dans le [Tableau 2](#).

Tableau 2 — Exigences relatives à l'instrumentation

Type 1		Type 2
Évaluation de l'exposition des individus		Immission dans le bâtiment
Exigences minimales	Incertitude réduite	
<p>— Le bruit solidien doit être mesuré si applicable, à l'aide d'un microphone (voir Note 1).</p> <p>— Le sonomètre pour les bruits solidiens audibles a généralement une gamme de fréquences de 16 Hz (voir Note 2) à 250 Hz, ou davantage pour la limite supérieure dans certains cas de sites avec roches dures.</p> <p>— Les accéléromètres ou les géophones peuvent être utilisés pour détecter les vibrations ^{a,b}.</p> <p>— Les capteurs de vibrations, les équipements de conditionnement, d'enregistrement et de mesurage du signal doivent être appropriés pour une utilisation dans les gammes de fréquences suivantes: de 1 Hz à 80 Hz pour les cas de vibrations très basses fréquences ou de 4 Hz à 250 Hz pour les cas de bruit solidien (voir Note 3) ^{c,d,e}.</p> <p>— L'équipement de mesurage du bruit doit être étalonné in situ, une dérive d'étalonnage de 0,5 dB étant acceptable ^{f,g}. L'équipement de mesurage des vibrations n'exige souvent qu'un étalonnage hors site ^{g,h}.</p> <p>— Si possible, enregistrer les signaux pour une analyse postérieure.</p> <p>— Pour l'acquisition numérique, la fréquence d'échantillonnage doit satisfaire au critère de Nyquist ⁱ.</p>	<p>— Les vibrations comme le bruit doivent être mesurés (voir Note 4).</p> <p>— Les capteurs de vibrations, les équipements de conditionnement, d'enregistrement et de mesurage du signal doivent être appropriés pour une utilisation dans la gamme de fréquences étendue de 1 Hz à 250 Hz.</p> <p>— L'équipement de mesurage du bruit doit être étalonné in situ ^{f,g}, les mesurages étant rejetés si l'étalonnage dérive de plus de 0,3 dB.</p> <p>— Les tolérances de l'équipement doivent être indiquées dans le rapport.</p> <p>— Pour l'acquisition numérique, la fréquence d'échantillonnage pour caractériser l'évolution temporelle doit être au moins égale à cinq fois la fréquence supérieure concernée.</p>	<p>— L'équipement utilisé pour le type 1 peut aussi être utilisé pour le type 2.</p>
<p>NOTE 1 Lorsque le sonomètre offre les options de correction logicielle entre champ libre et incidence aléatoire, l'une ou l'autre option peut être sélectionnée, car la différence n'est pas significative aux basses fréquences typiques du bruit solidien.</p> <p>NOTE 2 À la limite inférieure de la gamme de fréquences, les tolérances de l'équipement deviennent de plus en plus larges (voir IEC 61672-1).</p> <p>NOTE 3 Lorsque le bruit et les vibrations sont mesurés, un couplage entre vibrations structurales et bruit peut facilement se produire, notamment aux basses fréquences. Il est important de continuer à enregistrer les vibrations jusqu'à des limites de fréquence typiques pour le bruit solidien, bien que les bruits audibles solidiens ne descendent pas au-delà de 16 Hz.</p> <p>NOTE 4 Il est préférable d'utiliser le même système d'acquisition de données et la même base de temps pour les mesurages simultanés du bruit et des vibrations solidiens.</p> <p>^a Lorsqu'un géophone est utilisé, il convient de corriger électroniquement/numériquement sa réponse en fréquence pour compenser la fréquence de résonance du géophone. Les géophones ont une meilleure capacité à détecter les fréquences inférieures à 5 Hz, où les signaux d'accélération sont souvent physiquement bas dans cette gamme; dans ce dernier cas, un accéléromètre à haute sensibilité s'avère nécessaire.</p> <p>^b En cas d'utilisation d'accéléromètres, avant d'intégrer la vitesse, il est important de supprimer tout décalage de composante continue et d'appliquer un filtre passe-haut aux données pour exclure les fréquences inférieures à la gamme considérée. Il est également important de vérifier que le bruit électronique inhérent au capteur et au système d'acquisition de signaux n'est pas supérieur au plus petit signal à mesurer. Il convient que le rapport signal/bruit (SNR) soit idéalement d'un facteur 10, ce qui peut ne pas être toujours réalisable.</p>		

Tableau 2 (suite)

<p>c Il convient de lire la gamme de fréquences en termes de fréquences centrales de tiers d'octave (voir IEC 61260-1).</p> <p>d Une gamme réduite de 4 Hz à 250 Hz pour les vibrations peut être acceptable comme exigence minimale pour différentes raisons: a) capteur (dans le cas d'un géophone) couvrant difficilement les hautes fréquences pour le bruit solidien (de 16 Hz) jusqu'à 250 Hz simultanément; b) les réponses dominantes des éléments de bâtiment se produisent à des fréquences supérieures à 4 Hz. Il convient de consigner cette limitation aux basses fréquences.</p> <p>e Le bruit de cliquetis, qui est l'un des facteurs de gêne, est constitué de bruits hautes fréquences qu'il convient de consigner qualitativement, son niveau étant très variable et non reproductible.</p> <p>f L'étalonnage in situ doit être effectué pour l'équipement de mesure du bruit avant et après chaque série de mesures. Toute dérive lors des contrôles d'étalonnage doit être consignée.</p> <p>g L'étalonnage actuel des calibrateurs utilisés pour contrôler l'équipement d'essai doit être raccordé aux étalons nationaux, une fois par an, alors que les performances de l'équipement d'essai peuvent être certifiées conformément aux spécifications du fabricant ou aux normes appropriées tous les deux ans (voir par exemple ISO 8041-1) ou plus dans certains pays (par exemple trois ans au Japon).</p> <p>h L'équipement de mesure des vibrations est généralement stable dans le temps, il n'exige donc pas d'étalonnage in situ, mais simplement un contrôle de la fonctionnalité pour chaque série de mesures et une consignation précise des réglages de gain. Un simple essai de fonctionnement in situ, tel que des chocs sur le capteur, est souhaitable. Il convient idéalement de contrôler la chaîne d'équipements de mesure des vibrations préalablement aux visites in situ, de préférence avec un signal de référence traçable, ou in situ si l'utilisation d'un calibrateur de terrain est pratique (en ce qui concerne la masse du capteur et la capacité du calibrateur portable).</p> <p>i Pour satisfaire au critère de Nyquist, augmenter la fréquence d'échantillonnage et/ou insérer un filtre de coupure (filtre anti-repliement) afin de garantir que la fréquence d'échantillonnage choisie satisfait aux critères en limitant le contenu fréquentiel du signal.</p>
--

(standards.iteh.ai)

4.3 Fixation des capteurs de vibrations

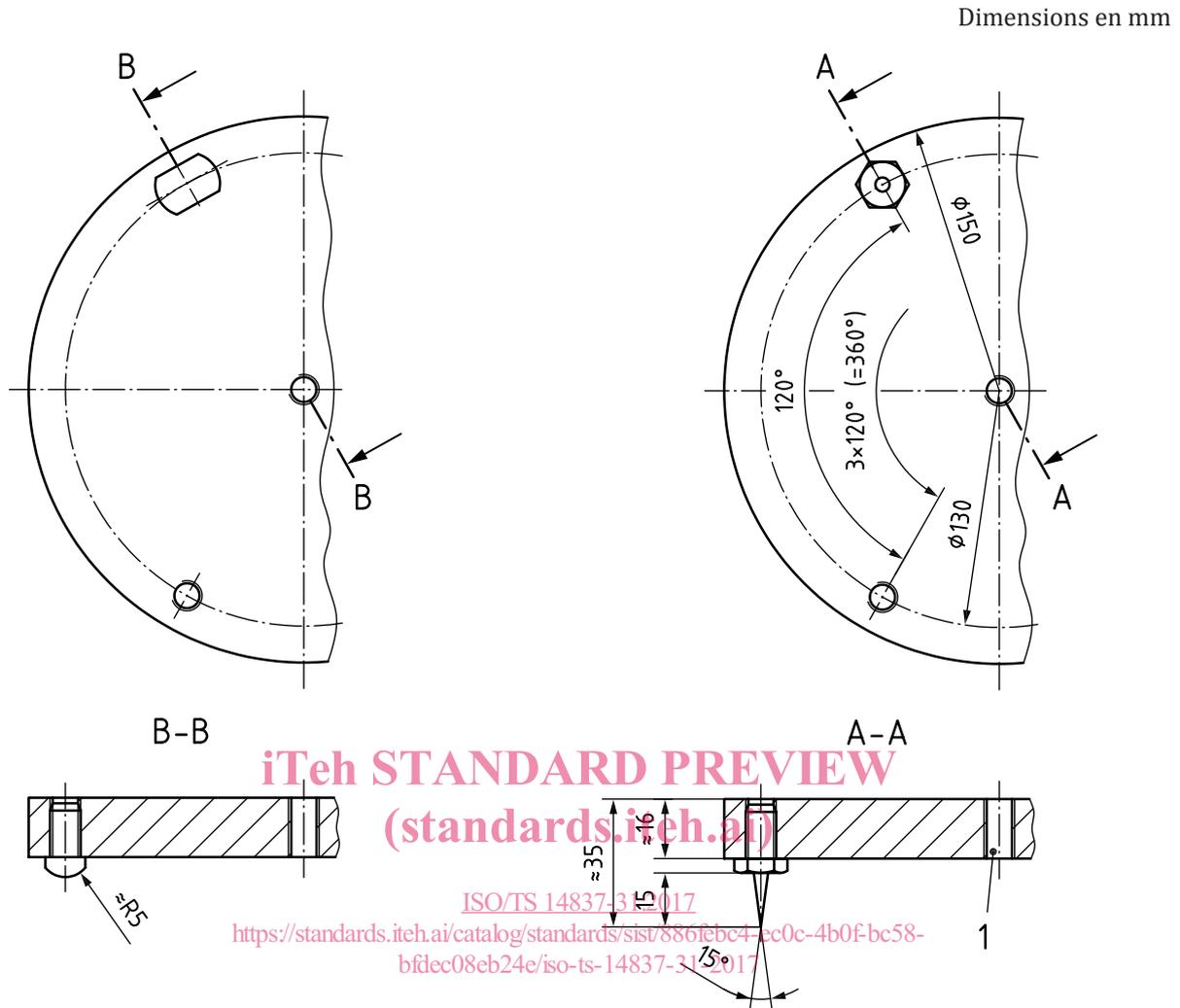
Les exigences relatives à la fixation des capteurs de vibrations pour les type 1 et type 2 sont fournies dans le [Tableau 3](#) (voir aussi [Annexe C](#)).

Tableau 3 — Exigences relatives à la fixation des capteurs de vibrations

Type 1		Type 2
Évaluation de l'exposition des individus		Immission dans le bâtiment
Exigences minimales	Incertitude réduite	
<p>— Les capteurs de vibrations peuvent être fixés directement à l'élément du bâtiment (voir Note 1) ^a ou par l'intermédiaire de supports de fixation, tels que potences murales ou cubes (voir Notes 1 et 2).</p> <p>— Il est acceptable de poser simplement une plaque de fixation lourde ^b possédant trois pieds arrondis (voir Figure 1 a) ou un cube métallique lourd, car les amplitudes de vibrations dans les bâtiments dues à des lignes ferroviaires sont susceptibles d'avoir de faibles valeurs d'accélération empêchant tout déplacement du capteur.</p> <p>— Pour les cas avec moquette (ou linoléum), il est préférable de soulever temporairement la moquette pour fixer les capteurs directement au plancher. Si cela est impossible, les capteurs peuvent être fixés à l'aide d'une plaque métallique lourde n'offrant pas de résonances internes dans la gamme de fréquences concernée et reposant sur trois pointes, comme représenté à la Figure 1 b) c).</p> <p>— Des précautions doivent être prises en fixant les capteurs de vibrations pour éviter les effets de résonances dues au montage (voir Note 3) ^d.</p> <p>— Les détails de placement ou de fixation doivent être clairement mentionnés dans le rapport.</p>	<p>— Pour la fixation des capteurs de vibrations, voir colonne Exigences minimales.</p> <p style="text-align: center;">ISO/TS 14837-31:2017 https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/886feb44-cc0e-4b-9f-ba78-bfdec08eb24e/iso-ts-14837-31-2017</p>	<p>— Pour la fixation des capteurs de vibrations sur les fondations ou à proximité de celles-ci, voir les exigences du type 1.</p> <p>— Plusieurs façons de fixer le capteur de vibrations sur le sol à côté du bâtiment sont possibles (voir Annexe C) ^e:</p> <p>— pieu fiché en terre sur lequel le capteur est fixé (voir Note 4);</p> <p>— plaque en aluminium scellée dans le sol avec du plâtre de Paris (voir Note 5);</p> <p>— capteur enfoui dans le sol ou à l'intérieur d'une boîte enfouie près de la surface du sol à moins de 300 mm de profondeur ^f;</p> <p>— capteur fixé sur une plaque lourde ou un bloc à trois pieds, posé ou nivelé à la surface du sol (voir Figure 1) ^g;</p> <p>— capteur fixé à la surface du sol au moyen d'un adhésif approprié ou d'un goujon d'ancrage à expansion ^g.</p>
<p>NOTE 1 Les choix de fixation des capteurs à l'intérieur des bâtiments résidentiels sont susceptibles d'être limités par les finitions internes et les préférences des occupants.</p> <p>NOTE 2 Les capteurs peuvent être fixés à un cube au lieu d'une potence murale pour les mesurages triaxiaux (cube en métal ou en plastique de qualité plus légère; les différences d'impédance, de taille et de propriété doivent être considérées pour éviter les résonances dans la gamme de fréquences concernée). Le cube peut être fixé sur un plancher en béton ou sur un mur ou une colonne d'un bâtiment au moyen de résine époxy ou simplement posé par gravité s'il est suffisamment lourd (dans ce dernier cas, des précautions sont nécessaires pour éviter tout pivotement dû aux variations inévitables du nombre et de la répartition des points de contact). Les capteurs peuvent être fixés sur un cube, en fonction du matériau, par exemple au moyen d'un aimant, d'un ruban adhésif double face et même d'une fine couche de mastic adhésif réutilisable, choisis en fonction de la gamme de fréquences concernée.</p> <p>NOTE 3 Certaines finitions de plancher relatives à l'atténuation des bruits d'impacts ne sont pas couplées au plancher structurel et la situation du couplage peut être améliorée en appliquant une certaine masse, bien que cela puisse varier selon la masse appliquée et le type de finition du plancher.</p>		

Tableau 3 (suite)

<p>NOTE 4 Le pieu de section cruciforme ou angulaire d'une longueur à partir de 30 cm peut, en fonction du sol, être enfoncé dans celui-ci, bien qu'il y ait des risques que le pieu soit lâche dans le sol et cette situation peut être aggravée quand le pieu est martelé dans le sol. Il est conseillé de faire un essai de fonctionnement, en tapotant par exemple le pieu, ce qui révèle souvent si le couplage du pieu est lâche; toutefois un tel essai ne garantit pas un bon couplage.</p> <p>NOTE 5 Conformément à la Référence [26], l'utilisation d'une plaque d'aluminium scellée dans le sol avec du plâtre de Paris ou celle d'un pieu enfoncé dans le sol conduit à des amplitudes de vibrations similaires, sauf aux hautes fréquences.</p> <p>a Dans la mesure du possible et si les amplitudes de vibrations sont suffisamment importantes, il convient de fixer les capteurs de vibrations aux éléments structurels massifs du bâtiment par l'intermédiaire d'un adhésif rigide; lorsque cela est impossible, une mince couche d'adhésif temporaire, comme de la cire d'abeille ou du ruban adhésif double face, peut être utilisée. Lorsque du ruban adhésif double face est utilisé, il doit s'agir d'un produit mince qui exclut toute couche élastique supplémentaire. Se référer aux spécifications du fabricant sur les méthodes de montage basées sur le poids/le design du capteur, la surface d'essai et les fréquences et amplitudes de vibrations prévues, ainsi que sur les influences environnementales, le bruit électrique et leur gestion.</p> <p>b En fonction de l'accélération de la surface mesurée, à faibles niveaux, un accessoire «lourd» peut, lorsqu'il est simplement posé, assurer un frottement suffisant sous le poids pour empêcher le déplacement du capteur sur la surface. Le frottement ne dépend pas seulement du poids, mais aussi des matériaux à l'interface et de la répartition des points de contact et de leur état de surface. Cependant, il ne doit pas être lourd au point de provoquer une résonance due au montage dans la gamme de fréquences concernée. Pour que celle-ci se trouve hors de la gamme concernée, il est généralement souhaitable de rendre la fixation aussi légère que possible; il y a donc un équilibre à trouver dans cette circonstance. Cependant, pour des accélérations élevées de la surface à mesurer, par rapport à la gravité, un accessoire simplement posé ne peut suivre fidèlement le mouvement de la surface et une modification de la masse de l'accessoire ne peut pas améliorer le couplage. Un couplage assuré par un goujon, un aimant ou un adhésif est alors essentiel, et la prise en compte de la masse ajoutée, en fonction de ce qui y est attaché, est susceptible d'affecter sa fréquence. En l'absence de considération détaillée des niveaux de frottement et d'accélération de la surface, un couplage assuré est généralement préférable.</p> <p>c Lorsqu'une plaque à crampons est utilisée, s'assurer que les pointes sont suffisamment longues et fines pour traverser l'épaisseur de la moquette et de la sous-couche. Il convient d'observer un léger espacement entre la plaque et la moquette afin de s'assurer que la moquette ou la sous-couche élastique n'est pas comprimée, soulevant ainsi les crampons de la structure dure sous-jacente.</p> <p>d S'assurer que la masse du capteur (en particulier pour un capteur lourd) ne provoque pas de résonance dans la gamme de fréquences concernée, par exemple s'il est couplé à une plaque circulaire pour les mesurages sur le plancher ou à un cube pour faciliter les mesurages triaxiaux.</p> <p>e Pour les mesurages en surface dans les zones urbaines, il peut y avoir du macadam ou un revêtement dur pouvant constituer une position de mesure en surface; toutefois, des différences par rapport à un sol dépourvu de tels traitements de surface existent. Il convient de vérifier le macadam ou le revêtement dur pour s'assurer qu'il est bien couplé; cela peut être mis en évidence au bruit d'un choc sur le site, ou dans certains cas particuliers, par des mesurages de mobilité plus détaillés pour vérifier la réponse dynamique de l'emplacement choisi.</p> <p>f Le capteur enfoui peut être monté dans une petite boîte rigide (et étanche, si nécessaire). Le volume de la boîte, le matériau, l'épaisseur de paroi et la masse du capteur sont combinés de manière que l'ensemble ait une masse sensiblement identique à celle du volume de sol correspondant (et que les centres de gravité soient de préférence similaires). Creuser un petit trou dans le sol, égaliser et compacter légèrement le fond, insérer le dispositif capteur et remblayer une partie du sol en la tassant soigneusement vers les parois du dispositif. Il convient d'enfouir entièrement le dispositif dans le sol. Il est reconnu qu'un tel montage peut être plus approprié dans le cadre d'une recherche (voir Annexe C).</p> <p>g Lorsque la surface du sol est en roche, en béton, en asphalte ou autre matériau dur (comme les sols secs très compacts) et en prenant soin d'éviter toute surface meuble ou stratification, le capteur fixé sur une plaque lourde ou sur un bloc à trois pieds peut être posé ou nivelé à la surface du sol, si les amplitudes de vibrations sont faibles. Le couplage pour une fixation directe du capteur à la surface du sol peut être réalisé au moyen d'un adhésif approprié ou d'un goujon d'ancrage à expansion, avec un simple essai de fonctionnement (par exemple choc ou manipulation légère à la main) pour identifier tout couplage médiocre. Vérifier qu'un passant, qui n'aurait pas vu les cônes de signalisation ou les marquages utilisés pour délimiter le capteur, ne peut déplacer ces capteurs par inadvertance pendant les essais. Pour des déploiements à long terme, prendre en compte les modifications des propriétés du sol et du couplage du capteur par des conditions humides, etc. (voir également Annexe C).</p>



a) Avec trois pieds arrondis pour montage sur surfaces dures

b) Avec trois crampons en acier trempé pour le montage sur des surfaces molles

Légende

1 trou taraudé pour la fixation de capteur(s)

NOTE Il y a une différence entre les pieds arrondis et les crampons. Un crampon en acier trempé est suffisamment pointu pour pénétrer un matériau mou comme une moquette. Il peut aussi être couplé de préférence à un plancher en bois, dans lequel les pointes peuvent pénétrer. C'est un compromis lorsque le plancher sous la moquette est dur, car sur une surface dure il n'est pas souhaitable d'avoir une pointe effilée qui pourrait créer une résonance due au montage de la plaque sur cette pointe, dans l'axe vertical ou horizontal. Cependant, les pointes sont nécessaires pour pénétrer un tapis qui par hypothèse ne peut pas être retiré. Sur les surfaces dures, les pieds arrondis sont toutefois plus appropriés.

Figure 1 — Accessoires de montage — Plaque de fixation lourde en acier (voir DIN 45669-2)

4.4 Emplacements de mesurage dans le bâtiment

Les exigences relatives aux emplacements de mesurage dans le bâtiment pour les type 1 et type 2 sont données dans le [Tableau 4](#).

Tableau 4 — Exigences relatives aux emplacements de mesure dans le bâtiment

Type 1		Type 2
Évaluation de l'exposition des individus		Immission dans le bâtiment
Exigences minimales	Incertitude réduite	
<ul style="list-style-type: none"> — Le bruit solidien doit au minimum être mesuré dans le local objet de l'étude (voir Note 1). — Les vibrations doivent au minimum être mesurées sur le plancher dans le local objet de l'étude (voir Note 1). — La possibilité de fixer les capteurs de vibrations au plafond doit également être envisagée ^a. 	<ul style="list-style-type: none"> — Des mesurages supplémentaires peuvent être réalisés à d'autres emplacements dans le bâtiment tels que: <ul style="list-style-type: none"> — des mesurages dans d'autres pièces habitables ^{b, c}; — des mesurages de vibrations sur tout élément de bâtiment susceptible d'aider à distinguer des événements perturbateurs; et — des mesurages de vibrations à proximité des voies ferrées, qu'il convient de synchroniser avec les mesurages dans le bâtiment. 	<ul style="list-style-type: none"> — Des mesurages supplémentaires doivent être réalisés aux emplacements suivants (voir Note 2): <ul style="list-style-type: none"> — mesurages des vibrations sur les fondations du bâtiment ou à proximité de celles-ci (voir Note 3 et Annexe B); — mesurages des vibrations à la surface du sol à côté du bâtiment (voir Annexe B).
<p>NOTE 1 Le local objet de l'étude peut être n'importe quelle pièce habitable à n'importe quel étage d'un bâtiment (y compris dans les sous-sols habitables) en tenant tout particulièrement compte des emplacements susceptibles de faire l'objet de plaintes.</p> <p>NOTE 2 Ces emplacements de mesure des vibrations seront utilisés pour calculer les pertes de couplage du bâtiment et la transmissibilité du bâtiment, les deux étant des données d'entrée usuelle pour les modèles empiriques (voir les détails dans la Référence [32] et l'Annexe B).</p> <p>NOTE 3 De tels emplacements de mesure des vibrations peuvent être utilisés pour évaluer la possibilité de dommage au bâtiment afin de rassurer un occupant ou pour évaluer l'efficacité d'un traitement ou des changements avec le temps. Ces mesurages sont moins variables, plus représentatifs de l'exposition aux vibrations du bâtiment, et peuvent permettre une meilleure comparaison avec les modèles de prévision; ils sont également utiles pour exclure les sources vibratoires internes au bâtiment, non pertinentes dans l'évaluation des vibrations, en utilisant le capteur des fondations comme déclencheur principal et les autres comme esclaves ou pour effectuer une corrélation lors du post-traitement des enregistrements.</p> <p>^a En prenant pour hypothèse que le plafond est similaire au plancher de base et en l'absence de plafond suspendu ou de revêtement, les mesurages des vibrations du plafond peuvent servir à estimer les vibrations du plancher lorsque les mesurages directs du plancher sont discutables en raison de la présence d'un revêtement de sol. De même, dans les pièces du sous-sol, où le plancher est souvent une semelle reposant sur le sol (donc très amortie), les vibrations du plafond sont susceptibles d'être dominantes dans les bruits transmis par le sol et il convient de les mesurer.</p> <p>^b Les vibrations et les bruits transmis par le sol varient en fonction de la hauteur de l'étage. Il convient donc que les emplacements reflètent les emplacements objets de la plainte, mais ils doivent également tenir compte, dans la mesure du possible, de l'exposition des autres occupants du bâtiment qui ont influencé les commentaires défavorables du plaignant à un site particulier.</p> <p>^c Les mesurages des bruits effectués dans les pièces d'une façade ne faisant pas face à la ligne ferroviaire contribuent à réduire le plus possible la contribution des bruits aériens, permettant une meilleure évaluation des bruits transmis par le sol si ces derniers sont source de préoccupation en raison de la proximité d'une ligne ferroviaire, bien qu'il convienne de prendre en compte la distance entre le local et la source.</p>		

4.5 Positions de mesure des vibrations et orientation

Il est important de reconnaître que dans le cas du bruit solidien provenant de lignes ferroviaires, les longueurs d'onde prédominantes sont susceptibles d'être du même ordre que les longueurs d'onde des modes des plaques dans les planchers et les autres parois du local. Cela signifie que l'amplitude mesurée des vibrations du plancher et d'autres parois est fortement dépendante de l'emplacement, la plus faible se trouvant dans les coins dans la plupart des conditions de support et la plus élevée aux anti-nœuds des modes propres des plaques. Le mesurage minutieux des coordonnées des emplacements de