

NORME INTERNATIONALE

**ISO
4866**

Première édition
1990-08-01

Vibrations et chocs mécaniques — Vibrations des bâtiments — Lignes directrices pour le mesurage des vibrations et évaluation de leurs effets sur les bâtiments

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

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

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e921f91d-7b04-4206-8043-
ed34705be655/iso-4866-1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e921f91d-7b04-4206-8043-ed34705be655/iso-4866-1990)



Numéro de référence
ISO 4866:1990(F)

Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Facteurs à examiner relatifs à la source	2
4 Facteurs relatifs aux bâtiments	2
5 Grandeur à mesurer	3
6 Appareillage de mesure	3
7 Position et fixation des transducteurs	5
8 Acquisition, réduction et analyse des données	7
9 Méthode d'évaluation des données	7

Annexes

A Classification des bâtiments	12
A.1 Généralités	12
A.2 Structures impliquées	12
A.3 Définition des catégories (voir tableau A.2)	12
A.4 Catégories des structures	13
A.5 Catégories de fondations	13
A.6 Types de sols	13
B Estimation des contraintes maximales d'après la vitesse maximale des particules	16
C Données aléatoires	17
C.1 Généralités	17
C.2 Domaine fréquentiel	17
C.3 Domaine temporel	17
D Bibliographie	18

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4866 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

Les annexes A, B, C et D de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

Il est de plus en plus évident que les bâtiments doivent supporter des vibrations et il est nécessaire d'en tenir compte à la fois pour la conception en vue de l'intégrité des structures, du comportement en service et de l'acceptabilité de l'environnement, ainsi que pour la préservation des bâtiments historiques.

La mesure des vibrations dans un bâtiment est réalisée afin de répondre à divers objectifs:

— Reconnaissance du problème

Lorsqu'il est signalé qu'un bâtiment est soumis à des vibrations atteignant un niveau tel qu'elles peuvent donner lieu à des soucis pour les occupants, il peut se révéler nécessaire d'établir si ces niveaux justifient ou non de s'intéresser à l'intégrité des structures.

— Vérification de contrôle

Lorsque les niveaux vibratoires maximaux permis ont été déterminés par certains organismes et que ces vibrations doivent être mesurées et faire l'objet d'un compte rendu.

— Documentation

Lorsque des vibrations dynamiques ont été déterminées lors de la conception et que des mesures ont été réalisées 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, par exemple, 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.

— Diagnostic

Lorsqu'il a été établi que les niveaux vibratoires nécessitent la réalisation de mesures complémentaires 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 de recherche (voir 9.2).

De nombreuses parties intéressées ont besoin d'un guide technique concernant les méthodes les plus appropriées de mesure, de caractérisation et d'évaluation des vibrations qui affectent les bâtiments. Cela

s'applique à la fois aux bâtiments existants qui sont susceptibles d'être soumis à une certaine source externe nouvelle ou modifiée d'excitation et à la conception de bâtiments à ériger dans un environnement où le bâtiment peut être excité de façon significative.

Les effets des vibrations peuvent également être pris en compte par calcul (voir 9.1).

Bien que les données de la présente Norme internationale puissent être utilisées pour apprécier la sévérité relative des vibrations des structures il convient de ne pas les considérer comme des données proposant des niveaux acceptables ou non acceptables. Les données ne tiennent pas compte des aspects économiques et sociaux qui seront traités de façon adéquate par des organismes nationaux de réglementation.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4866:1990](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e921f91d-7b04-4206-8043-ed34705be655/iso-4866-1990>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4866:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e921f91d-7b04-4206-8043-ed34705be655/iso-4866-1990>

Vibrations et chocs mécaniques — Vibrations des bâtiments — Lignes directrices pour le mesurage des vibrations et évaluation de leurs effets sur les bâtiments

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit des principes fondamentaux de l'exécution des mesures des vibrations et du traitement des données en ce qui concerne l'évaluation des effets des vibrations sur les bâtiments. Elle ne traite pas de la source d'excitation sauf lorsque celle-ci impose un effort dynamique, une fréquence ou d'autres paramètres. L'évaluation des effets des vibrations des structures concerne principalement la réponse des structures et inclut également des méthodes analytiques appropriées permettant de définir la fréquence, la durée et l'amplitude. La présente Norme internationale ne traite en outre que du mesurage des vibrations des structures et exclut la mesure du bruit aérien et d'autres variations de pression bien que la réponse à de telles excitations soit prise en considération.

Dans le cadre de la présente Norme internationale, un bâtiment est défini comme une structure quelconque s'élevant au-dessus du sol et fréquemment habitée par l'homme. Cela exclut de l'examen certains éléments d'installation comme, par exemple, les colonnes, les cheminées, les étais, les réservoirs, même s'ils sont susceptibles de recevoir la visite de personnel d'entretien.

La réponse des structures des bâtiments dépend de l'excitation; la présente Norme internationale examine à cet effet les méthodes de mesure affectées par la source, c'est-à-dire la fréquence, la durée et les amplitudes induites par une source quelconque, tels les tremblements de terre, les explosions, les effets du vent, les bangs soniques, les machines qui se trouvent à l'intérieur, le trafic, les activités de construction et autres.

NOTE 1 Il existe des différences entre les tremblements de terre et les vibrations de sources artificielles, qui affectent les conditions d'enregistrement. Les sources de ruptures constituées par les failles des tremblements de

terre sont de grandes dimensions et beaucoup plus profondes que la plupart des sources artificielles. Elles peuvent entraîner des dommages à de grandes distances, ont un flux d'énergie et une durée beaucoup plus importante et un type différent de propagation de l'onde. Par conséquent, pour une même valeur de paramètre (par exemple la vitesse particulière de crête), les effets sur les bâtiments sont différents.

2 Références normatives

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

ISO 2041:1975, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*.

ISO 2631-2:1989, *Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps — Partie 2: Vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments (1 à 80 Hz)*.

ISO 4356:1977, *Bases du calcul des constructions — Déformations des bâtiments à l'état limite d'utilisation*.

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

CEI 68-2-27:1987, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique — Deuxième partie: Essais — Essai Ea et guide: Chocs*.

3 Facteurs à examiner relatifs à la source

3.1 Caractéristiques des réponses vibratoires dans les bâtiments

Il est possible de classer les types de vibration en tant que

- a) déterministes, et
- b) aléatoires,

et ensuite de les subdiviser comme décrit en 8.2.

Pour chaque type de vibration un nombre minimal d'informations est nécessaire pour établir une définition adéquate du type de vibration (voir ISO 2041). [1]

3.2 Durée

La durée de la force dynamique d'excitation représente un paramètre important. Dans le cadre de la présente Norme internationale, la réponse peut être considérée comme continue ou transitoire et le type de réponse sera commandé par la relation entre les constantes de temps liées à la réponse des structures et à la fonction de la force d'excitation.

La constante de temps d'une réponse de résonance, τ_r , en secondes, pour la résonance r , est donnée par la formule suivante:

$$\tau_r = \frac{1}{2\pi \xi_r f_r}$$

où

ξ_r représente l'influence de l'amortissement et dépend du type d'excitation (linéaire ou non linéaire);

f_r est la fréquence de résonance.

Deux cas peuvent ainsi être définis (que l'excitation soit déterministe ou aléatoire):

— Réponse continue

Si la force d'excitation agit sur la structure de façon continue pour une durée supérieure à $5\tau_r$, les vibrations sont alors considérées comme continues.

— Réponse transitoire

Si la force d'excitation agit pour une durée inférieure à $5\tau_r$, la réponse est alors considérée comme transitoire.

Étant donné que les forces d'excitation qui apparaissent naturellement ne se comportent pas toujours de façon régulière, il est possible que les

réponses ne se classent pas facilement dans une seule catégorie. Par exemple, les explosions, même avec plusieurs intervalles, sont considérées comme transitoires.

3.3 Fréquences et gammes des niveaux de vibrations

La gamme de fréquences vibratoires intéressante dépend de la répartition spectrale de l'excitation ainsi que de la réponse mécanique du bâtiment. Cela permet de préciser que le spectre représente la caractéristique la plus importante des phénomènes vibratoires. Dans un but de simplicité, la présente Norme internationale traite des fréquences comprises entre 0,1 Hz et 500 Hz. Elle couvre la réponse d'une grande variété de bâtiments et d'éléments de bâtiments, à l'excitation naturelle (vent et tremblement de terre) ainsi qu'à l'excitation artificielle (activités de construction, explosion, trafic). Les machines qui se trouvent à l'intérieur nécessitent l'enregistrement des fréquences supérieures.

La plupart des dommages causés aux bâtiments par des sources artificielles se produisent dans la gamme des fréquences comprises entre 1 Hz et 150 Hz. Les sources naturelles, comme par exemple les tremblements de terre, comportent habituellement de l'énergie à des fréquences inférieures comprises dans la gamme de 0,1 Hz à 30 Hz pour des intensités occasionnant des dommages. L'excitation due au vent a tendance à avoir une énergie significative dans la gamme de fréquence de 0,1 Hz à 2 Hz.

Les vitesses particulières intéressantes s'étendent de quelques millimètres par seconde à plusieurs centaines de millimètres par seconde selon la fréquence.

4 Facteurs relatifs aux bâtiments

La réponse des bâtiments et des éléments de bâtiments à des excitations dynamiques dépend des caractéristiques de réponse (par exemple fréquences propres, formes de mode et amortissement modal) ainsi que du spectre de l'excitation. Il convient d'examiner les effets cumulés, notamment pour un niveau de réponse élevé et pour de longues durées d'exposition, lorsque des dommages de fatigue sont susceptibles de se produire.

4.1 Type et état des bâtiments

En vue de décrire de façon adéquate et de catégoriser les effets visibles des vibrations et les résultats des mesures instrumentales, il convient de disposer d'une classification des bâtiments telle que définie à l'article 1. Dans le cadre de la présente Norme internationale, un classement des bâtiments est établi dans l'annexe A.

4.2 Fréquences propres et amortissement

Les fréquences propres fondamentales d'un bâtiment ou de parties d'un bâtiment influencent sa réponse et, pour permettre d'appliquer plusieurs méthodes d'évaluation des vibrations, leur détermination est nécessaire. Celle-ci peut être réalisée à l'aide d'une analyse spectrale de la réponse à faible niveau à l'excitation ambiante ou en utilisant des excitateurs. [2]

Lorsqu'une analyse complète de la réponse n'est pas entreprise et qu'une évaluation de la sévérité vibratoire potentielle est nécessaire, il est possible d'utiliser des expressions empiriques entre la hauteur d'un bâtiment et la période fondamentale. [3], [4], [5]

Des études expérimentales^[6] ont indiqué la gamme de fréquences fondamentales de cisaillement d'un bâtiment de faible hauteur (3 m à 12 m), comme allant de 4 Hz à 15 Hz. L'amortissement dépend généralement de l'amplitude. La fréquence propre et l'amortissement des structures fixes feront l'objet d'un additif ultérieur à la présente Norme internationale.

4.3 Dimension de base des bâtiments

Les vibrations solidiennes peuvent avoir des longueurs d'onde comprises entre quelques mètres et plusieurs centaines de mètres. La réponse à des excitations de longueur d'onde plus courte est complexe et les fondations sont alors susceptibles d'agir comme un filtre. Les plus petits bâtiments d'habitation ont généralement des dimensions de base inférieures à celles des longueurs d'onde caractéristiques de presque toutes les sources à haute fréquence (par exemple explosion de précision dans le rocher).

4.4 Influence du sol

Il est maintenant habituel, dans les études techniques des tremblements de terre, de tenir compte de l'influence du sol. [3]

Une évaluation des effets d'une telle interaction est quelquefois justifiée pour des vibrations artificielles. Une telle évaluation exige la détermination de la vitesse d'onde de cisaillement ou du module dynamique de rigidité dans un volume approprié de matériau de sol.

Il est possible d'obtenir des méthodes empiriques, numériques et analytiques à partir de plusieurs sources. [7]

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 du sol, de l'uniformité, de son compactage¹⁾, de son degré de saturation, des contraintes internes préexistantes ainsi que de l'accélération multi-axiale 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. Il convient de prendre en considération ce phénomène pour évaluer les vibrations et expliquer les dégâts qu'elles causent. [8], [9] (Voir aussi annexe A.)

5 Grandeur à mesurer

La caractérisation de la nature d'une vibration et de la réponse vibratoire des constructions peut être effectuée à l'aide de divers capteurs de déplacement, de vitesse ou d'accélération. Ceux-ci peuvent fournir un enregistrement en fonction du temps. Il est de pratique courante de capter une grandeur cinématique, comme par exemple la vitesse ou l'accélération. D'après la connaissance de la fonction de transfert appropriée du système de mesure, il est possible de calculer chaque grandeur à partir d'une autre par intégration ou différentiation. L'intégration, à des fréquences basses, nécessite des précautions ainsi qu'une confiance dans la réponse en phase et en amplitude du capteur et de la chaîne de mesurage (voir article 6). Tant que les exigences en matière d'acquisition, de traitement et de présentation des données (voir article 6) peuvent être satisfaites, le capteur est susceptible de répondre à toute grandeur choisie. L'expérience laisse supposer qu'il existe des grandeurs de mesure préférentielles pour différentes situations (voir tableau 1).

6 Appareillage de mesure

6.1 Exigences générales

Les vibrations sont mesurées en vue de l'utilisation des données dans une procédure d'évaluation ou de contrôle des vibrations ayant permis d'établir certains niveaux objectifs. En ce qui concerne l'évaluation, les performances minimales doivent être suffisantes pour satisfaire aux exigences spécifiées aux article 3 et article 7 relatives aux procédures d'évaluation décrites à l'article 9.

Il n'est pas prévu qu'un simple système d'instrumentation réponde à toutes les exigences de gamme de fréquences et de gamme dynamique se rapportant à la large gamme de structures et d'entrées à laquelle la présente Norme internationale s'applique.

1) Le compactage du sol peut être enregistré par de précises mises à niveau.

Tableau 1 — Gamme typique de réponse des structures pour des sources variées

Fonction d'effort des vibrations	Gamme de fréquences Hz	Gamme d'amplitude μm	Gamme de vitesse particulière mm/s	Gamme d'accélération particulière m/s^2	Caractéristique de durée	Grandeurs de mesure
Traffic Route, rail, solidienne	1 à 80	1 à 200	0,2 à 50	0,02 à 1	C/T	pvth
Vibration due à des explosions Solidienne	1 à 300	100 à 2 500	0,2 à 500	0,02 à 50	T	pvth
Enfoncement de piliers Solidienne	1 à 100	10 à 50	0,2 à 50	0,02 à 2	T	pvth
Machines extérieures Solidienne	1 à 300	10 à 1 000	0,2 à 50	0,02 à 1	C/T	pvth/ath
Acoustique Trafic, machines extérieures	10 à 250	1 à 1 100	0,2 à 30	0,02 à 1	C	pvth/ath
Soufflage d'air	1 à 40				T	pvth
Machines intérieures	1 à 1 000	1 à 100	0,2 à 30	0,02 à 1	C/T	pvth/ath
Activités humaines a) impacts b) directes	0,1 à 100 0,1 à 12	100 à 500 100 à 5 000	0,2 à 20 0,2 à 5	0,02 à 5 0,02 à 0,2	T	pvth/ath
Tremblements de terre	0,1 à 30	10 à 10 ⁵	0,2 à 400	0,02 à 20	T	pvth/ath
Vent	0,1 à 10	10 à 10 ⁵			T	ath
Acoustique à l'intérieur	5 à 500					

Légende:

C = continu } (catégories simplifiées, voir 3.1 et 3.2)
T = transition }

pvth = diagramme temporel de la vitesse des particules
ath = diagramme temporel de l'accélération

NOTES

1 Les gammes citées ci-dessus sont extrêmes, mais indiquent les valeurs qui peuvent être expérimentées et qui sont susceptibles d'être mesurées (voir également note 3). Les gammes extrêmes d'amplitude, de déplacement et de fréquences n'ont pas été utilisées pour en déduire la vitesse et l'accélération particulière.

2 La gamme de fréquences citée se réfère à la réponse des bâtiments et des éléments de bâtiment à un type particulier d'excitation. Elle est donnée à titre indicatif.

3 Les valeurs de l'effet de la source de vibrations à l'intérieur des gammes données peuvent prêter à discussion. Il n'existe pas de norme qui couvre tous les types de bâtiments, les conditions et durées d'exposition, mais de nombreux règlements nationaux associent le seuil des effets visibles aux vitesses particulières de crête, à la fondation d'un bâtiment, de plus de quelques millimètres par seconde. Une probabilité importante de dommage est liée aux vitesses particulières de crête de plusieurs centaines de millimètres par seconde. Les niveaux de vibrations au-dessous du seuil de perception humaine (voir ISO 2631-2) peuvent être intéressants pour des procédés industriels et délicats.

Le système de mesure comprend les appareils suivants:

— transducteurs (voir 6.2);

— équipement de conditionnement des signaux;

— système d'enregistrement des données.

Les réponses en fréquence (amplitude et phase) doivent être précisées pour le système de mesure

complet lorsque ses éléments sont connectés de la façon prescrite.

Le degré selon lequel le mouvement mesuré nécessite une approche du mouvement réel dépend du caractère de l'étude et de la méthode d'évaluation utilisée.

L'exigence minimale pour 9.2.2 et 9.2.3 est que la vibration doit être caractérisée par un mesurage continu des valeurs de crête de la vitesse des particules.

La condition minimale requise pour 9.2.4 est que le diagramme temporel des vibrations doit être enregistré durant une période assez longue et avec suffisamment de précision pour établir ses caractéristiques spectrales. Il existe, à cet égard, des méthodes analogiques ou numériques, sous réserve de conditions stipulées dans le présent article.

6.2 Choix des transducteurs

Le choix des transducteurs est important pour l'évaluation correcte du mouvement vibratoire. En général, les transducteurs peuvent être divisés en deux groupes produisant une sortie linéaire, soit au-dessus, soit au-dessous de la résonance du mécanisme détecteur. Le «capteur de vitesse» ou «géophone», ainsi dénommé, largement utilisé dans la mesure des vibrations des structures, est habituellement muni d'un détecteur électromagnétique fonctionnant à une fréquence supérieure à sa résonance propre, alors qu'un accéléromètre piézoélectrique fonctionne normalement au-dessous de la résonance. Il existe des détecteurs électromagnétiques qui fonctionnent au-dessous de leurs fréquences propres, comme dans les séismographes de mouvement fort largement utilisés.

En pratique, il conviendrait de prendre soin à l'utilisation de l'information en phase provenant de «capteur de vitesse» à des fréquences basses. Lorsque les réponses à la fois en amplitude et en phase sont critiques, la performance linéaire de la chaîne de mesurage dans son entier devrait être assurée. Une coupure à basse fréquence égale à 10 fois la fréquence mesurée, la plus basse qui est exigée, est recommandée comme un bon compromis et, en général, le signal mesuré devrait être de 5 dB au-dessus du bruit de fond.

Les capteurs de vitesse fournissent un signal relativement élevé, ce qui simplifie la chaîne de mesurage. Lorsque la vitesse est nécessaire, la sortie de l'accéléromètre piézoélectrique nécessite une intégration et, avec des transitoires la réponse de l'ensemble de la chaîne devrait être vérifiée.

6.3 Rapport signal-bruit

Le rapport signal-bruit devrait généralement être supérieur à 5 dB. Lorsque le rapport signal-bruit est compris entre 10 dB et 5 dB, la valeur mesurée devrait être corrigée (c'est-à-dire diminuée) et la méthode de correction décrite. Le bruit de fond est défini comme la somme de tous les signaux qui ne sont pas dus au phénomène à l'étude.

7 Position et fixation des transducteurs

7.1 Positions

7.1.1 Généralités

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

Lorsqu'il s'agit de contrôler l'effet de la source de vibrations, l'emplacement souhaitable est à la fondation, un emplacement type étant en un point bas sur le principal mur de soutènement au niveau du rez-de-chaussée, quand la mesure sur la vraie fondation est impossible.

Les mesures de la réponse aux vibrations générées par le trafic, l'enfoncement de piliers et les explosions, notamment à grandes distances, montrent que ces vibrations peuvent être amplifiées à l'intérieur du bâtiment et dans une certaine mesure, par rapport à la hauteur de ce bâtiment. Il peut donc se révéler nécessaire de réaliser des mesures simultanées en plusieurs points à l'intérieur du bâtiment. Des mesures simultanées sur la fondation et le sol extérieur servent pour l'établissement d'une fonction de transfert.

Lorsqu'un bâtiment comporte plus de 4 étages (≈ 12 m), des points de mesurage supplémentaires devraient être ajoutés tous les 4 étages et à l'étage le plus élevé du bâtiment.

Lorsqu'un bâtiment a plus de 10 m de longueur, des emplacements de mesurage devraient être installés à des intervalles horizontaux d'approximativement 10 m.

Il est possible que des points de mesurage complémentaires doivent être ajoutés en réponse aux demandes des occupants et par suite des observations initiales.

Pour des études du type analytique, le choix des emplacements dépend des modes de déformation à examiner. Dans le plupart des cas, l'examen est limité, en raison des contraintes économiques, à l'identification des modes fondamentaux et aux mesures des réponses maximales dans l'ensemble de la structure ainsi qu'à des observations sur des