
Norme internationale



6897

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

Guide pour l'évaluation de la réponse des occupants de structures fixes, en particulier de bâtiments et de structures en mer, à un mouvement horizontal de basse fréquence (0,063 à 1 Hz)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Guidelines for the evaluation of the response of occupants of fixed structures, especially buildings and off-shore structures, to low-frequency horizontal motion (0,063 to 1 Hz)

Première édition — 1984-08-15

[ISO 6897:1984](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a6793b2-8318-4335-bea5-a0bf6ba1cdaa/iso-6897-1984>

CDU 534.831 : 69

Réf. n° : ISO 6897-1984 (F)

Descripteurs : bâtiment, vibration, humain, corps humain, réponse en fréquence, fréquence, très basse fréquence, mesurage.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 6897 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, et a été soumise aux comités membres en avril 1982.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Egypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas
Allemagne, R. F.	Espagne	Roumanie
Australie	France	Royaume-Uni
Belgique	Hongrie	Tchécoslovaquie
Danemark	Italie	USA

[ISO 6897:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a6793b2-8318-4335-bea5-a0bf6ba1c9aa/iso-6897-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5a6793b2-8318-4335-bea5-a0bf6ba1c9aa/iso-6897-1984>

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

Japon

Guide pour l'évaluation de la réponse des occupants de structures fixes, en particulier de bâtiments et de structures en mer, à un mouvement horizontal de basse fréquence (0,063 à 1 Hz)

0 Introduction

Au siècle dernier, les bâtiments avaient rarement plus de quelques étages en hauteur et le peu de bâtiments élevés qui existaient étaient conçus avec un poids important et ne réagissaient pas directement aux forces du vent ou d'une autre nature. De plus, les bâtiments élevés que l'on construisait à la fin du 19^e et au début du 20^e siècle avaient généralement des structures transmettant les efforts verticaux et étaient construits en granit massif, ce qui a fourni une autre génération de bâtiments non sensibles aux efforts dynamiques.

Cet historique des structures non sensibles a conduit les gens à penser qu'ils pouvaient s'attendre à avoir des logements pratiquement immobiles, même en cas de tempête, et les occupants des bâtiments ne sont prêts à accepter que des niveaux de mouvement extrêmement bas.

Contrairement à ces structures non sensibles les bâtiments plus modernes ont tendance, pour des raisons d'économie d'espace, des exigences de fondation, de coût des matériaux, de rapidité de montage et d'esthétique, à être formés de parties plus élancées de sorte que ces bâtiments plus légers sont plus sensibles aux forces dynamiques que leurs prédécesseurs. La présente Norme internationale propose des amplitudes de mouvement horizontal de basse fréquence qui ne devraient provoquer qu'un minimum de commentaires défavorables de la part des personnes travaillant ou vivant dans ces bâtiments.

De même, les structures fixes en mer étaient généralement, jusqu'à ces derniers temps, du type non habitable ou de conception non sensible. Les structures d'exploitation et de production minérales modernes reposant sur le lit de la mer sont de proportions beaucoup plus grandes; celles-ci sont soumises à des actions du vent et des vagues si fortes que la réaction dynamique de l'ensemble des structures ainsi que de leurs éléments est devenue un sujet d'étude du point de vue du mouvement transmis aux personnes travaillant et vivant sur les structures. Par conséquent, l'intégrité structurelle, la fatigue des matériaux et le fonctionnement des structures fixes en mer par gros temps ou tempête ont fait l'objet de beaucoup d'attention bien qu'étant en dehors de l'objet de la présente Norme internationale. La présente Norme internationale propose donc des amplitudes de mouvement horizontal de basse fréquence qui devraient s'avérer satisfaisantes pour les personnes vivant et travaillant sur des structures fixes en mer. Il a été tenu compte du fait que l'on doit s'attendre à ce que le vent et les vagues provoquent un mouvement de ces structures, qui, de plus en plus, sont généralement habitées par du personnel entraîné,

prêt à accepter un certain degré de mouvement, du moment que cela ne présente pas de danger pour leur santé ou ne perturbe pas le fonctionnement efficace de l'installation.

Souvent, le mouvement probable d'une structure au stade de projet doit être calculé en vue de déterminer la réponse aux vibrations qu'auront vraisemblablement les personnes qui vont utiliser la structure. Le mouvement probable d'une structure donnée en réponse à l'action du vent et des vagues peut généralement être déterminé par la dynamique structurelle en utilisant la rigidité et la masse de la structure, son aspect, sa rugosité et les paramètres topographiques intéressants. Des études en soufflerie et en réservoir simulateur de vagues, utilisant des modèles basés sur l'aérodynamique et la mécanique des fluides, peuvent également être faites pour déterminer le mouvement possible des structures.

Dans certaines formes de construction de bâtiments de grande hauteur, des joints de mauvaise qualité entraînent un certain mouvement relatif des étages, par conséquent lors de la détermination de la réponse probable de telles structures, il faudrait tenir compte des effets de ces mouvements relatifs.

Des indications concernant les amplitudes de vibrations satisfaisantes pour des situations spécifiques sont données dans l'annexe.

1 Objet et domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale traite des réponses typiques des personnes au mouvement horizontal de structures dans la gamme de fréquences comprise entre 0,063 et 1 Hz. Les recommandations sont classées selon l'utilisation des structures, et dans le cas de structures fixes en mer, selon la nature des travaux effectués.

Les dommages causés aux occupants dus aux vibrations structurelles sont exclus de l'objet de la présente Norme internationale.

1.2 Le mouvement global du corps, provoqué par des vibrations structurelles induites par des forces externes peu fréquentes provenant de l'environnement, est considéré séparément du mouvement global du corps résultant de vibrations structurelles provoquées par l'action de forces se produisant fréquemment.

L'action de forces se produisant fréquemment peut résulter de sources externes, de machines ou de services tels que les ascenseurs, les ventilateurs, les climatiseurs d'air, les appareils de chauffage et la plomberie. Les amplitudes perceptibles du

mouvement horizontal à basse fréquence des structures ainsi que les amplitudes susceptibles de soulever un minimum de commentaires défavorables ont été incluses.

NOTES

- 1 La perception visuelle du mouvement du bâtiment, l'influence des oscillations avec torsion des structures ainsi que les effets du bruit peuvent influencer la réponse subjective aux vibrations des structures mais aucune évaluation quantitative n'a été faite.
- 2 Les explosions, les tremblements de terre et autres événements similaires ont été exclus de l'objet de la présente Norme internationale.
- 3 Une structure fixe en mer est une structure reposant sur le lit de la mer comme par exemple une plate-forme à embase-poids ou une structure métallique en acier avec des fondations sur pieux. Les structures flottantes, les plates-formes sur jambes à câbles tendus et les plates-formes oscillantes sont exclues de l'objet de la présente Norme internationale.
- 4 Dans les bâtiments la réponse des occupants correspond à une population normale et, bien qu'il soit connu que les niveaux de vibration considérés comme satisfaisants varient en fonction des groupes d'âge et du sexe, aucun facteur de correction précis ne peut être proposé pour le moment pour adapter les amplitudes d'accélération en vue de tenir compte de ces influences. Sur les structures fixes en mer les recommandations sont seulement applicables à un personnel entraîné.
- 5 La présente Norme internationale s'applique au mouvement horizontal de structures perçu par des personnes étant dans n'importe quelle attitude, assise, debout ou allongée.

2 Références

- ISO 2631/1, *Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps — Partie 1 : Spécifications générales.*
- ISO 2631/2, *Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps — Partie 2 : Estimation de l'exposition des individus aux vibrations et aux chocs dans les bâtiments (1 à 80 Hz).*¹⁾

3 Critères de réponse

3.1 La présente Norme internationale considère trois catégories de réponse humaine à la vibration des structures :

- a) effets des seuils de base (voir 3.5 et chapitre A.3);
- b) intrusion, inquiétude et peur qui peuvent être associées à des niveaux de commentaires défavorables d'ordre mineur ou majeur (voir 3.3, 3.4 et les notes 1 et 2 de 3.6);
- c) perturbation des activités (voir 3.4, 3.5 et chapitre A.2).

3.2 Le critère pour des vibrations de bâtiment horizontales de basse fréquence induites de façon peu fréquente et qui sont causées par des tempêtes, est l'inquiétude ressentie par les occupants de la structure [catégorie b) ci-devant]. Le niveau de commentaire défavorable dû à une telle inquiétude dépend de la période de retour, plus l'intervalle entre les événements est court, plus le niveau de commentaire défavorable sera élevé; il dépend également de la durée pendant laquelle un mouvement

d'intensité particulière est maintenu à chaque fois. La perception du mouvement est supposée être ressentie par des sensations proprioceptives ou par les organes vestibulaires plutôt que par des sensations visuelles. La présence de très petites vibrations avec torsion peut fortement influencer les sujets dans la détermination de l'acceptabilité de la vibration d'une structure (voir A.1.3 et note 2 de A.3.2).

3.3 Dans les bâtiments à usages généraux, le critère est que probablement pas plus de 2 % de ceux occupant les parties du bâtiment où le mouvement est le plus fort se plaignent du mouvement causé par les 10 min de crête de la plus forte tempête avec une période de retour de cinq ans ou plus. Dans les régions où les modèles de reproduction de tempête ne sont pas bien définis, une période de retour plus longue devrait être considérée. Le manque de données empêche actuellement de stipuler de façon définitive des courbes accélération/fréquence pour des tempêtes se produisant à intervalles de moins de cinq ans et les indications concernant le niveau envisagé de commentaire défavorable pour de telles tempêtes sont actuellement limitées à celles mentionnées en 3.6, note 3.

3.4 Pour les structures fixes en mer où sont effectuées des opérations non routinières ou des opérations manuelles spécialisées, les critères pour le mouvement horizontal à basse fréquence de ces structures, induit de façon peu fréquente, sont liés aux performances des personnes engagées dans ces opérations (voir chapitre A.2).

3.5 Les critères pour des mouvements horizontaux d'un bâtiment se produisant de façon régulière sont liés aux seuils de perception du mouvement horizontal par des individus moyens et par des individus sensibles, c'est-à-dire aux seuils moyen et inférieur.

3.6 Les critères pour un mouvement horizontal des structures se produisant de façon régulière à des fréquences au-dessus de 1 Hz sont donnés dans l'ISO 2631 et dans les documents associés.

NOTES

- 1 Les bâtiments sont supposés avoir un revêtement correct et être isolés du point de vue acoustique de façon à ce que les bruits significatifs provoqués par le vent et les mouvements du bâtiment soient réduits au minimum pour les occupants. Si tel n'était pas le cas, les amplitudes satisfaisantes peuvent être réduites étant donné que l'effet du bruit sur les occupants va influencer la réaction subjective au mouvement.
- 2 Les personnes habituées depuis longtemps à vivre dans certaines formes de bâtiments peu élevés, comme par exemple dans des maisons à deux étages à structure en bois flexible, sont parfois prêtes à accepter des amplitudes de mouvement dues à des événements se produisant régulièrement, comme par exemple l'action du vent ou le passage de véhicules lourds alors que cela provoque de l'inquiétude chez le visiteur occasionnel. Inversement les occupants de bâtiments de grande hauteur ne s'adaptent pas aisément aux mouvements qui ont provoqué leur inquiétude la première fois.
- 3 Pour une tempête se reproduisant à un intervalle d'un an et qui provoque des amplitudes de mouvement recommandées comme satisfaisantes pour un intervalle de cinq ans, le niveau de commentaire défavorable de la part des personnes occupant les parties du bâtiment où le mouvement est le plus élevé est estimé à 12 %. Il est donc suggéré à

1) Actuellement au stade de projet.

titre d'essai que, pour obtenir un niveau de commentaire défavorable probable de 2 % pour des tempêtes se produisant à intervalle d'un an, les amplitudes d'accélération suggérées comme satisfaisantes soient 0,72 fois celles que l'on aurait avec un intervalle de cinq ans.

4 On peut supposer, en général, que les mouvements ayant une durée inférieure à 10 min et qui sont associés à des vents de tempête ne sont pas assez forts pour véritablement marquer la mémoire des individus. Lorsque la période d'exposition est inférieure à 10 min, les amplitudes de vibration qui marquent fortement la mémoire proviennent généralement d'une activité sismique.

5 Aux instants les plus élevés des vents de tempête, les accélérations dépassant nettement les amplitudes satisfaisantes suggérées se produiront pendant des périodes brèves, mais on considère que ces niveaux plus élevés ressentis très brièvement ne contribuent pas vraiment au souvenir de la tempête sauf si les vibrations momentanées se situent dans la catégorie extrême mentionnée à la note 4. Des périodes brèves d'accélération plus forte qui se produisent pendant les 10 plus mauvaises minutes consécutives à la tempête sont prises en compte dans la valeur efficace de la vibration de la structure pour la crête de la tempête (voir 4.5, note 1).

4 Mesurage du mouvement dans les structures existantes

4.1 Les mesurages du mouvement destinés à déterminer l'amplitude et la direction de l'accélération horizontale la plus forte devraient être effectués sur la surface structurelle supportant le corps humain au point de pénétration de la vibration dans le sujet humain. Dans certaines conditions, les mesurages peuvent être effectués sur une surface distincte de cette dernière. Dans de tels cas, il est nécessaire de déterminer les fonctions de transfert.

4.2 Si l'on constate qu'une vibration se produit simultanément à différentes fréquences discrètes dans la gamme comprise entre 0,063 et 1 Hz, lorsqu'on analyse un enregistrement continu du mouvement structurel pendant la crête de la tempête, on devrait déterminer les accélérations efficaces à ces fréquences discrètes. L'amplitude maximale de l'accélération horizontale (valeur efficace) à chaque fréquence discrète, obtenue pendant 10 min consécutives, de la crête de la tempête peut alors être utilisée pour évaluer l'acceptabilité du mouvement structurel horizontal à chaque fréquence discrète considérée. Les vibrations en dehors de la gamme comprise entre 0,063 et 1 Hz devraient être filtrées à une pente supérieure ou égale à 24 dB par octave.

4.3 Lorsque la vibration se produit à une fréquence discrète simple, l'enregistrement de l'accélération à cette fréquence devrait être analysé comme en 4.2.

4.4 Lorsque le mouvement horizontal d'une structure se produit simultanément dans plusieurs directions à la fois, les composantes de l'accélération dans les directions orthogonales peuvent être analysées comme en 4.2 et les composantes peuvent être ajoutées de façon vectorielle en tenant compte des phases.

4.5 Lorsqu'un mouvement horizontal aléatoire d'une structure se produit à l'intérieur d'une bande étroite concentrée dans une bande de largeur inférieure ou égale à un tiers d'octave, la valeur efficace de l'accélération à l'intérieur de la bande devrait être évaluée par référence à la fréquence centrale de cette bande de la même manière qu'en 4.2.

NOTES

1 En évaluant l'enregistrement de l'accélération d'une structure comme ci-devant, on tient compte des amplitudes extrêmes de mouvement mentionnées en 3.6, note 5.

2 Dans les bâtiments de grande hauteur, les amplitudes d'accélération les plus élevées se produisent généralement près du sommet des bâtiments à la première fréquence naturelle de la structure, mais il ne faut pas éliminer le fait que des accélérations inacceptables peuvent se produire à un autre endroit, dans des modes de vibration à plus hautes fréquences.

3 Dans certains cas, des infrasons provoqués par un passage d'air dans les canalisations peuvent créer une sensation de mouvement structurel chez les occupants de la structure. Lors de l'évaluation des commentaires défavorables de la part des occupants, il faudrait veiller à ce que l'association des effets du mouvement et des infrasons agissant de façon simultanée n'exagère pas la sensation de mouvement (voir également A.1.3).

4 Les données peuvent être mesurées en enregistrant les valeurs de sortie de systèmes étalonnés d'accéléromètres et d'amplificateurs associés en utilisant des enregistreurs magnétiques à modulation de fréquence. L'étape ultérieure de réduction des données enregistrées peut être effectuée à l'aide de filtres conformément à 4.2 et d'un appareillage d'analyse par transformée rapide de Fourier. Pour analyser même un enregistrement minimal de 10 min, il sera sans doute nécessaire d'effectuer un moyennage continu des segments d'enregistrement et, pour avoir une probabilité de 95 % d'obtenir une erreur inférieure à 10 % à 0,08 Hz, par exemple, le temps de moyennage pour une analyse de fréquence par tiers d'octave devrait être supérieur à 200 s. Par conséquent des segments d'enregistrement dépassant 200 s devraient être utilisés pour l'analyse.

Annexe

Évaluation d'une vibration structurelle en relation avec la réponse humaine

A.1 Évaluation de la vibration induite de façon peu fréquente dans des bâtiments à usages généraux, lors d'événements ayant une durée supérieure à 10 min

A.1.1 Les amplitudes satisfaisantes pour un mouvement horizontal de basse fréquence pendant les 10 plus mauvaises minutes consécutives à une tempête se reproduisant à intervalles d'au moins cinq ans, pour des bâtiments à usages généraux, sont indiquées à la courbe 1 de la figure 1 pour les niveaux de commentaires défavorables probables du chapitre 3. Ces valeurs sont données pour une vibration dans le plan horizontal de bâtiments ou de structures et par conséquent pour tout axe du corps entier selon que la personne est debout, assise ou allongée.

A.1.2 Les amplitudes satisfaisantes d'accélération efficaces sont proposées pour des fréquences discrètes. S'il se produit des vibrations aléatoires en bande étroite, des vibrations à plusieurs fréquences discrètes ou des vibrations multi-axiales, la détermination devrait être faite conformément à 4.2, 4.3, 4.4 ou 4.5, en prenant ce qui est le plus approprié.

A.1.3 Si un bâtiment est soumis à des oscillations de rotation autour d'un axe vertical, même extrêmement petites, les effets visuels exagéreraient la sensation de mouvement et les amplitudes d'accélération seraient inférieures à celles de la courbe 1 de la figure 1.

A.2 Évaluation de la vibration induite de façon peu fréquente des structures fixes en mer, lors d'événements ayant une durée supérieure à 10 min

A.2.1 Des amplitudes satisfaisantes de mouvement horizontal à basse fréquence pour des structures fixes en mer, sont indiquées à la courbe 2 de la figure 1 pour les cas où les travaux à effectuer sont de nature relativement critique, dans le cas par exemple où une tâche non routinière, ou une opération spéciale, doit être exécutée. Au-delà de ces amplitudes de mouvement, il est difficile d'exécuter ces tâches.

A.2.2 Comme on peut le voir, les amplitudes d'accélération données à la courbe 2 de la figure 1 pour les activités décrites en A.2.1 sont six fois plus grandes que celles données par la courbe 1 de la figure 1.

NOTE — Pour les travaux de routine comme par exemple le forage, une équipe expérimentée peut souvent travailler dans les pires conditions atmosphériques; l'amplitude de l'accélération jugée acceptable dépendra du fait que les machines fonctionnent ou non et de la motivation des ouvriers.

A.3 Évaluation de la vibration induite de façon fréquente dans les bâtiments à usages particuliers lors d'événements ayant une durée supérieure à 10 min

A.3.1 Les données existantes indiquent que le seuil de perception inférieur du mouvement horizontal par des êtres humains est représenté par la courbe 1 de la figure 2. Ces amplitudes conviennent pour les zones où un environnement apparemment stationnaire est requis.

A.3.2 Le seuil moyen de perception représente le seuil moyen de perception du mouvement horizontal pour une population normale. Les amplitudes proposées à la courbe 2 de la figure 2 conviennent pour des bâtiments spéciaux où sont effectués des travaux de précision de routine. Ces amplitudes sont quatre fois celles données pour les activités couvertes par la courbe 1 de la figure 2.

NOTES

1 Les événements fréquents sont des événements de nature quotidienne.

2 La perception du mouvement est supposé être ressentie par des indications proprioceptives ou par les organes vestibulaires plutôt que par des indications visuelles. Même les très petites oscillations de rotation autour d'un axe vertical peuvent nettement exagérer l'amplitude réelle de l'accélération agissant sur le sujet.

A.4 Événements d'une durée inférieure à 10 min

A.4.1 Une procédure précise pour l'évaluation d'événements de courte durée pourra être élaborée à une date ultérieure lorsqu'une plus grande quantité d'information aura été réunie. Il peut être justifié de débiter l'analyse des enregistrements d'accélération d'événements de courte durée lorsque l'accélération efficace s'élève au-dessus de celle donnée par la courbe 2 de la figure 2 pour la fréquence considérée, et d'arrêter l'analyse lorsque l'accélération efficace tombe en dessous de cette amplitude.

Tableau — Valeurs d'accélération/fréquence aux points de tiers d'octave par les courbes des figures 1 et 2

Fréquence (fréquence centrale d'une bande d'un tiers d'octave) Hz	Accélération efficace, m/s ²			
	Courbe 1 Figure 1	Courbe 2 Figure 1	Courbe 1 Figure 2	Courbe 2 Figure 2
0,063	0,081 5	0,489 0	0,012 6	0,050 4
0,080	0,073 5	0,441 0	0,011 4	0,045 0
0,100	0,067 0	0,400 0	0,010 3	0,040 9
0,125	0,061 0	0,366 0	0,009 2	0,037 0
0,160	0,055 0	0,330 0	0,008 3	0,033 0
0,200	0,050 0	0,300 0	0,007 5	0,030 0
0,250	0,046 0	0,276 0	0,006 9	0,027 0
0,315	0,041 8	0,250 0	0,006 1	0,024 0
0,400	0,037 9	0,228 0	0,005 5	0,021 9
0,500	0,034 5	0,207 0	0,004 9	0,019 8
0,630	0,031 5	0,189 0	0,004 45	0,017 8
0,800	0,028 5	0,167 0	0,003 98	0,015 9
1,000	0,026 0	0,156 0	0,003 60	0,014 4

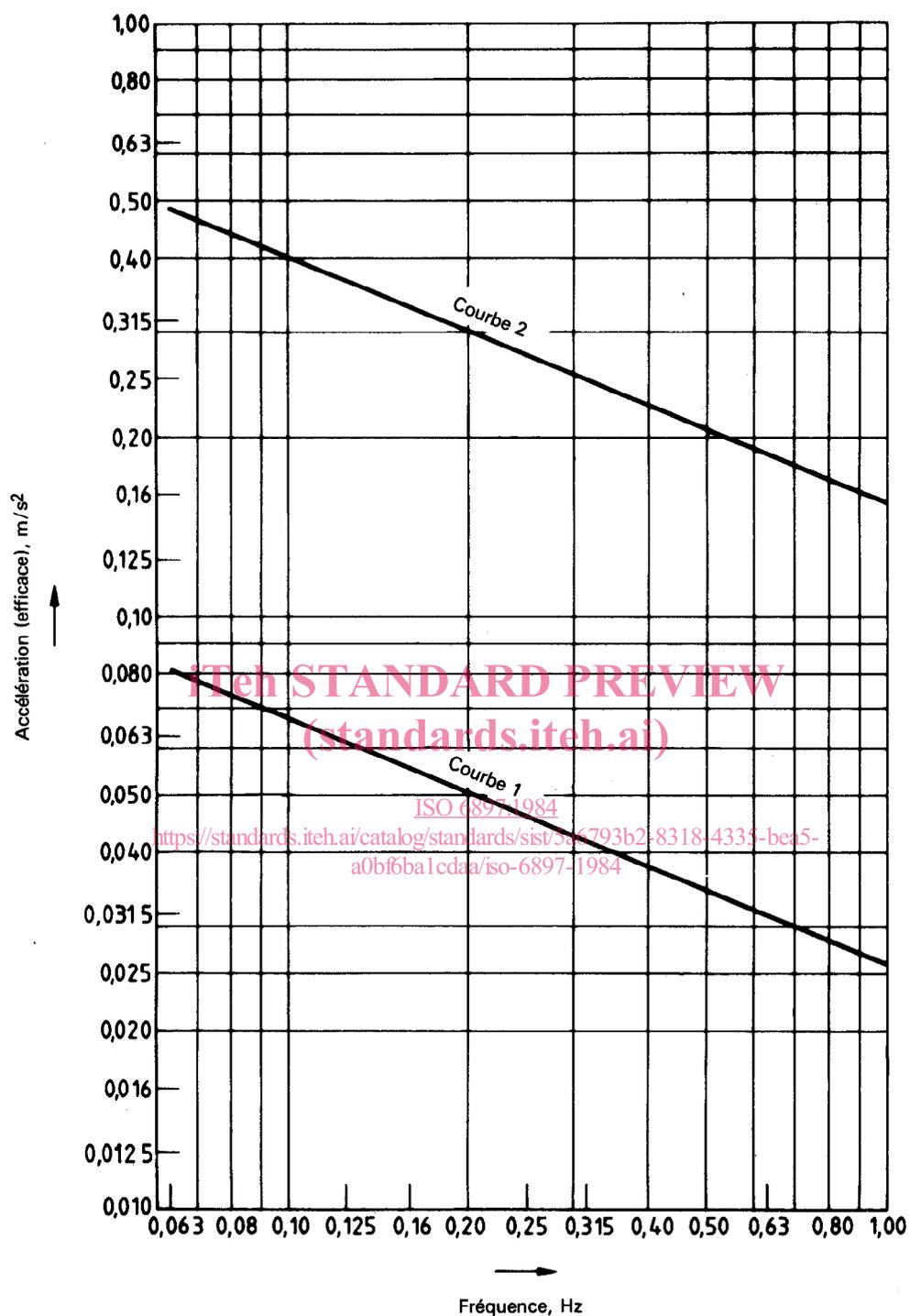


Figure 1 — Amplitudes de mouvement horizontal de bâtiments à usages généraux (courbe 1) et de structures fixes en mer (courbe 2) proposées comme satisfaisantes

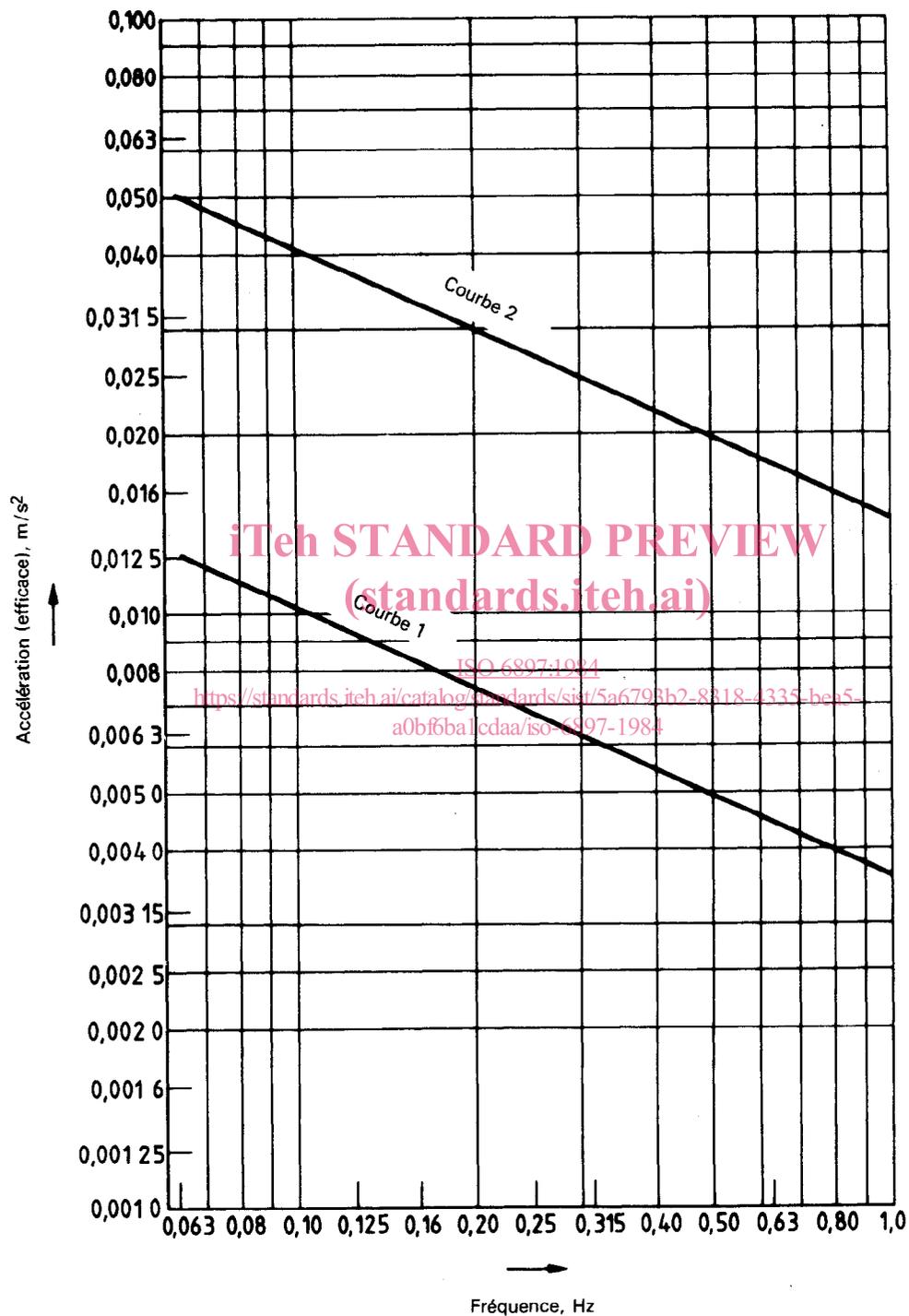


Figure 2 — Seuil de perception moyen (courbe 2) et inférieur (courbe 1) du mouvement horizontal par les êtres humains

Bibliographie

- [1] ALEXANDER S.J. *et al.* Studies of motion sickness : 1. The effects of variation of time intervals between accelerations upon sickness rates. *Jnl. Psychol.*, V.19, 1945.
- [2] ALEXANDER S.J. *et al.* Studies of motion sickness. *Jnl. Psychol.*, V.20, 1945.
- [3] BENJAMIN J.R. and CORNELL C.A. *Probability and decision for civil engineers*. McGraw-Hill Publ. Co., New York, N.Y., 1970.
- [4] BLUME J.A. *Motion perception in the low-frequency range*. Report No. JAB-99-47. JA Blume and Assoc. Res. Div., San Francisco, USA, 1969.
- [5] CHANG F.K. Wind and movement in tall buildings. *Civil Eng.*, V.37, No. 8, 1967.
- [6] CHANG F.K. Psychophysiological aspects of man-structure interaction, *Proc. Symposium on Planning and design of tall buildings*. V.1a, Lehigh Univ., ASCE Publication, 1972.
- [7] CHEN P.W. and ROBERTSON L.E. Human perception thresholds of horizontal motion. *ASCE Jnl. Str. Div.*, August 1972.
- [8] COYLE D.C. Relation between motion and sensation. *Civil Eng.*, V.1, No. 8, 1931.
- [9] DIECKMANN D. A study of the influence of vibration on man. *Ergonomics* V.3, No. 4, 1958.
- [10] ESKILDSEN P.E. *The world trade center — Wind effects No. 1*. Oregon Research Inst., USA, 1965.
- [11] ESKILDSEN P.E. *The world trade center — Wind effects No. 2*. Oregon Research Inst., USA, 1966.
- [12] FELD J. *Construction failure*. John Wiley and Sons Inc. 1968 : p 151.
- [13] GOTO T. *Research on vibration criteria from the viewpoint of people living in high-rise buildings (part 1). Various responses of humans to motion*. Nippon Kenchiku Gakkai Rombun Hokoku-shu, **237** (11), 1976 : pp. 109-118. Translated by Canada Institute for Scientific and Technical Information.
- [14] HANSEN R.J., REED J.W. and VANMARKE E.H. Human response to wind-induced motion of buildings. *ASCE Jnl. Str. Div.*, July 1973.
- [15] IRWIN A.W. Human reactions to oscillations of buildings — acceptable limits. *Build International*. Applied Science Publishers, 1975.
- [16] IRWIN A.W. *Probable occupant reaction to storm wind-induced motion of typical modern building designs*. UK Informal Group on Human Response to Vibration, 1975.
- [17] IRWIN A.W. Perception, comfort and performance criteria for human beings exposed to whole body pure yaw vibration and vibration containing yaw and translational components. *Jnl. Sound and Vibration*, V.76, No. 4, 1981.
- [18] Inst. Civil Eng. Seminar. *The modern design of wind-sensitive structures*. Construction Industry Research and Information Association, 1970.
- [19] KHAN F.R. and PARMELEE R.A. Service criteria for tall buildings for wind loading. *Proc. 3rd Int. Conf. on wind effects on buildings and structures*. Tokyo, Japan, 1971.
- [20] PARKS D. *Human reaction to low-frequency vibration*. The Boeing Co., Wichita, Kansas, Documents D3-3511-1 and D3-3512-1, 1961.
- [21] *Proceedings of 1st-8th annual off-shore technology conferences, (1968-1976)*. 6200 North Central Expressway, Dallas, Texas 75206, USA.
- [22] REED J.W. Wind-induced motion and human discomfort in tall buildings 7, *Research Report No. R71-42*. Mass. Inst. of Technology, USA, 1971.
- [23] REED J.W., HANSEN R.J. and VANMARKE E.H. Human response to tall building wind-induced motion. *Proc. Symp. on planning and design of tall buildings*. V11, Lehigh Univ., ASCE Publication, 1972.
- [24] SIMIU E., MARSHALL R.D. and HABER S. Estimation of alongwind building response. *ASCE Jnl. Str. Div.* July 1977.