

NORME
INTERNATIONALE

ISO
4866

Première édition
1990-08-01

AMENDEMENT 2
1996-12-15

**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)
AMENDEMENT 2

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b942459c-80c9-4ea2-84a1-92a811ea5299/iso-4866-1990-amd-2-1996>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b942459c-80c9-4ea2-84a1-92a811ea5299/iso-4866-1990-amd-2-1996>

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

AMENDMENT 2



Numéro de référence
ISO 4866:1990/Amd.2:1996(F)

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.

L'Amendement 2 à l'ISO 4866:1990 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*.

L'annex E est donnée uniquement à titre d'information.
ISO 4866:1990/Amd 2:1996
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b942459c-80c9-4ea2-84a1-92a81fba5299/iso-4866-1990-amd-2-1996>

© ISO 1996

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'éditeur.

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

Imprimé en Suisse

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

AMENDEMENT 2

Page iii

Modifier la dernière phrase comme suit: Les annexes A à F de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Page 17

Ajouter l'annexe suivante en tant qu'annexe E et modifier l'actuelle annexe E en annexe F.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b942459c-80c9-4ea2-84a1->
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b942459c-80c9-4ea2-84a1->

Annexe E (informative)

Interaction des vibrations entre les fondations d'une structure et le sol

E.1 Généralités

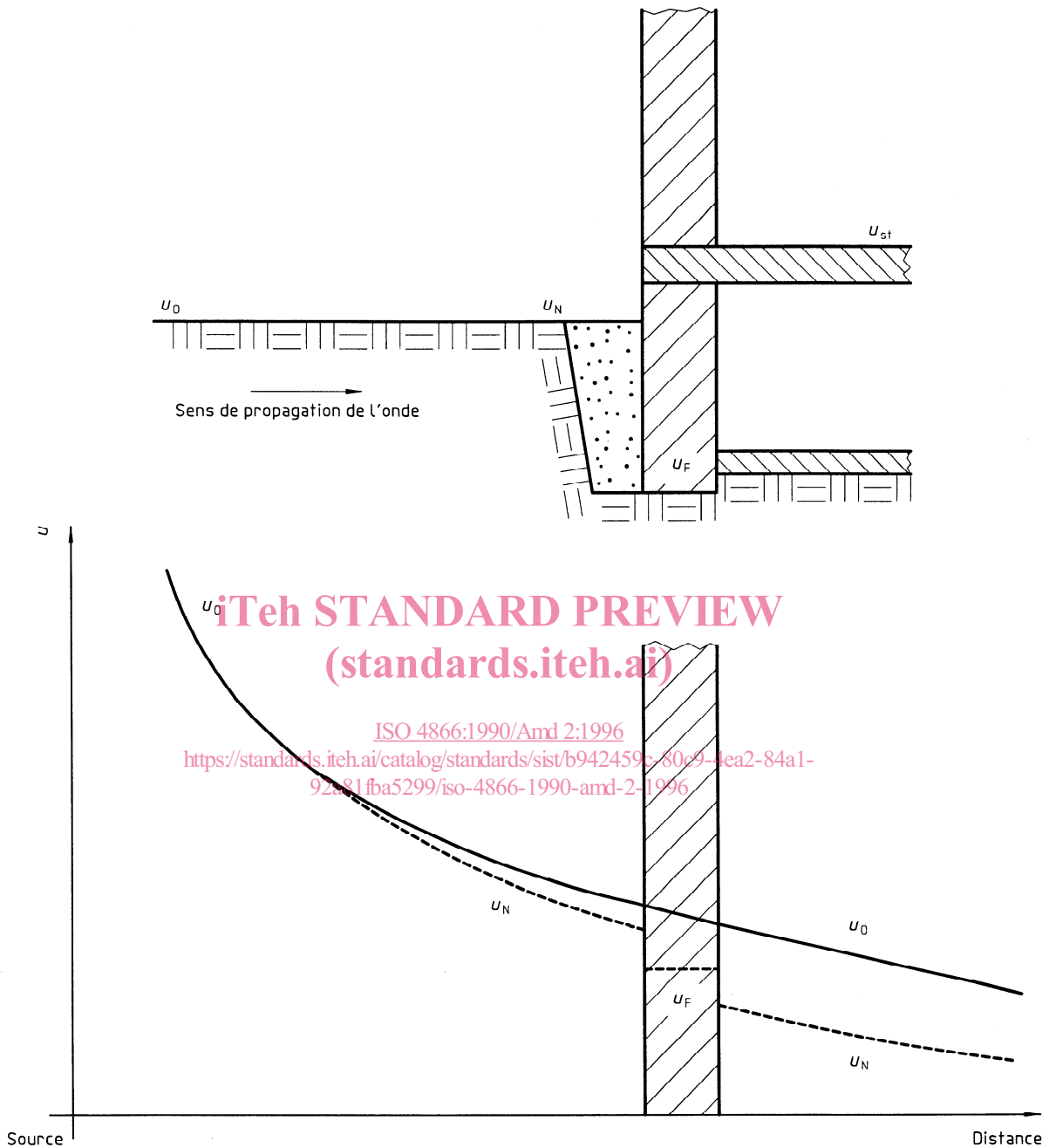
Lorsque les mesurages des vibrations ne peuvent être effectués sur les fondations d'une structure ou à l'intérieur d'un bâtiment, l'ISO 4866 permet d'effectuer les mesurages à l'extérieur, à la surface du sol. Il peut également être nécessaire de prévoir la réponse d'un bâtiment qui n'est pas encore construit. Dans les deux cas, il est nécessaire de comprendre l'interaction dynamique entre un bâtiment et le sol.

Dans le premier cas, il faut fixer le meilleur emplacement à l'extérieur du bâtiment pour le mesurage et la relation entre le signal à cet endroit et celui sur les fondations du bâtiment.

Dans le second cas, on peut s'attendre à ce que la réponse des fondations du bâtiment suive étroitement les mouvements du sol en contact avec les fondations, à moins que l'interaction ne soit importante. La présente annexe cherche à indiquer la nature de cette interaction et suggère des procédures permettant de la prendre en compte.

ISO 4866:1990/Amd 2:1996

La figure E.1 présente la notation qui sera utilisée dans la présente annexe sous forme d'amplitude de crête, u , d'une onde progressive traversant les fondations (u peut correspondre à l'amplitude du déplacement, de la vitesse ou de l'accélération de l'onde sinusoïdale). Une amplitude en champ libre est représentée par u_0 , l'amplitude à la base des fondations par u_F , l'amplitude à un emplacement arbitraire dans la structure par u_{st} et celle à la surface du sol près d'un bâtiment existant par u_N . Loin de la structure, $u_N = u_0$. L'analyse de l'interaction entre le sol et la structure s'intéresse généralement à la relation entre le mouvement en champ libre et le mouvement de la structure, à savoir u_{st}/u_0 et en particulier $u_F/u_0 = r_0$. Le rapport important $u_F/u_N = r_N$ est donné par les méthodes les plus sophistiquées qui traitent également du problème de la réponse du sol impliquant la variation de l'amplitude des vibrations avec la profondeur.

**Symboles:**

u est le déplacement, la vitesse ou l'amplitude d'accélération de l'onde sinusoïdale;

u_0 est l'amplitude du champ libre;

u_N est l'amplitude sur une surface du sol située à proximité d'un bâtiment;

u_F est l'amplitude au pied des fondations;

u_{st} est l'amplitude en un point arbitraire de la structure.

$$r_0 = u_F/u_0$$

$$r_N = u_F/u_N$$

Figure E.1 — Notations illustrées au niveau d'une onde à propagation horizontale

E.2 Considérations théoriques

L'interaction entre le sol et la structure influe dans une certaine mesure sur la réponse dynamique de toutes les structures. Seul un bâtiment rigide fixé à un sol rigide répondrait de manière identique à ce sol. En réalité, le sol n'a pas une raideur infinie et peut fournir un mécanisme de rayonnement de dissipation de l'énergie. On peut donc considérer qu'il joue le rôle de système ressort et amortisseur ou d'une série de ces systèmes juste en dessous des fondations.

Le degré selon l'interaction entre le sol et la structure constitue un aspect important de la réponse de la structure, dépend des paramètres dynamiques de la structure et du sol, en particulier des fréquences naturelles de la structure ainsi que de la raideur au cisaillement du sol. Si l'on considère des bâtiments de faible hauteur (faible hauteur = 6 m à 7 m de haut) relativement rigides, le problème peut être étudié comme la réponse verticale d'une masse rigide sur un ressort et un amortisseur réglés pour s'aligner sur la solution analytique où le sol est un espace isotrope semi-infini d'élasticité homogène. Ces concepts simples suggèrent que l'amplification maximale à attendre dans le sens vertical ne doit vraisemblablement pas dépasser 2. Les modes par pendulage et glissement peuvent aussi être explorés de la même manière et laissent supposer que l'on peut théoriquement obtenir des amplifications un peu plus élevées dans la plupart des cas. L'amplification verticale est toutefois certainement limitée car l'énergie que la structure prend à l'onde progressive est retransmise au sol, amortissant ainsi la réponse de l'amplitude.

L'examen complet de l'interaction de la structure du sol tient compte, en règle générale, des couches du sol, de la variation de la raideur au cisaillement avec la profondeur, des effets de la charge du bâtiment sur la raideur du sol, de l'effet des contraintes de cisaillement sur la raideur du sol, de la géométrie des fondations et de l'assise des fondations ainsi que des fréquences de l'excitation.

L'interaction dynamique entre le sol et la structure constitue l'un des problèmes principaux de l'analyse des tremblements de terre et, au cours des deux dernières décennies, des méthodes d'analyse ont été élaborées principalement pour le nucléaire donnant lieu à de nombreuses publications (voir références [39] à [45]). Une analyse approfondie a également porté sur la charge du vent et sur les charges artificielles et on en a déduit certaines règles simplifiées (voir références [46] et [47]).

Ces méthodes analytiques de pointe peuvent être regroupées en deux catégories:

- a) la méthode directe, consistant à traiter le sol et la structure ensemble; le sol peut être représenté par des éléments finis, des paramètres concentrés ou les deux (modèles hybrides);
- b) la méthode des sous-structures, consistant à calculer la réponse du sol et celle de la structure sous forme de systèmes séparés, avec une séparation entre le sol et la structure à laquelle on applique des ressorts et des tampons ou des fonctions de raideur.

Le spectre de réponse largement utilisé dans l'analyse des tremblements de terre et autres charges par à-coups (voir référence [48]) constitue une autre approche qui peut être adaptée pour tenir compte de l'interaction entre le sol et la structure en réduisant la fréquence propre évaluée pour une structure sur des sols de faible raideur. Il est possible de prendre en compte partiellement les effets de la réponse du sol en utilisant les spectres de réponse théorique qui varient selon le profil de profondeur du module de cisaillement.

D'une manière générale, plus la fréquence de l'excitation est proche de la fréquence propre d'un bâtiment ou d'un élément de bâtiment plus la réponse sera importante. Les tremblements de terre à basses fréquences (de 0,5 Hz à 8 Hz) auront tendance à exciter les basses fréquences propres des bâtiments, l'excitation artificielle à des fréquences généralement plus élevées ayant tendance à exciter les éléments de structure d'un bâtiment. De plus, la gamme des fréquences verticales des éléments d'un bâtiment (de 6 Hz à 40 Hz) se situe dans la gamme d'excitation artificielle entraînant les réponses de flexion relativement importantes observées dans les plafonds (voir référence [49]).

E.3 Relation entre la vibration à la surface du sol et au niveau des fondations

Certaines difficultés sont liées aux mesurages sur le sol à proximité d'un bâtiment, par exemple:

- le point de mesurage est généralement éloigné des emplacements intéressants dans la structure;
- le couplage du transducteur au sol présente plus d'incertitudes que sa fixation sur une partie du bâtiment;
- près d'un bâtiment, le sol est souvent détérioré;
- les amplitudes des vibrations à proximité d'un bâtiment peuvent varier avec l'éloignement du bâtiment en fonction de la longueur d'onde.

Les méthodes directes d'analyse de l'interaction entre le sol et la structure sont coûteuses et nécessitent une connaissance détaillée des caractéristiques du sol; elles peuvent toutefois donner des indications sur les facteurs suivants qui influent sur r_N .

- a) L'amplitude d'une vibration peut être affectée par réflexion à l'avant des fondations (en ce qui concerne l'onde progressive) et diminuer à l'arrière par dissipation et réflexion à l'avant. Ces effets dépendent des dimensions des fondations, de la profondeur et de la longueur d'onde d'excitation.
- b) Lorsque la propagation se comporte comme une onde de surface de Rayleigh (ce qui est courant pour les sources éloignées), les amplitudes diminuent avec la profondeur (voir, par exemple, figure E.2); des fondations plus profondes absorbent donc moins de mouvement.
- c) Les violents tremblements de terre sont généralement modélisés sous forme d'ondes de cisaillement polarisées horizontalement et propagées verticalement dont les amplitudes augmentent lorsque les ondes dépassent un certain seuil de rigidité élevée. La encore des fondations plus profondes peuvent donc absorber des vibrations plus faibles.

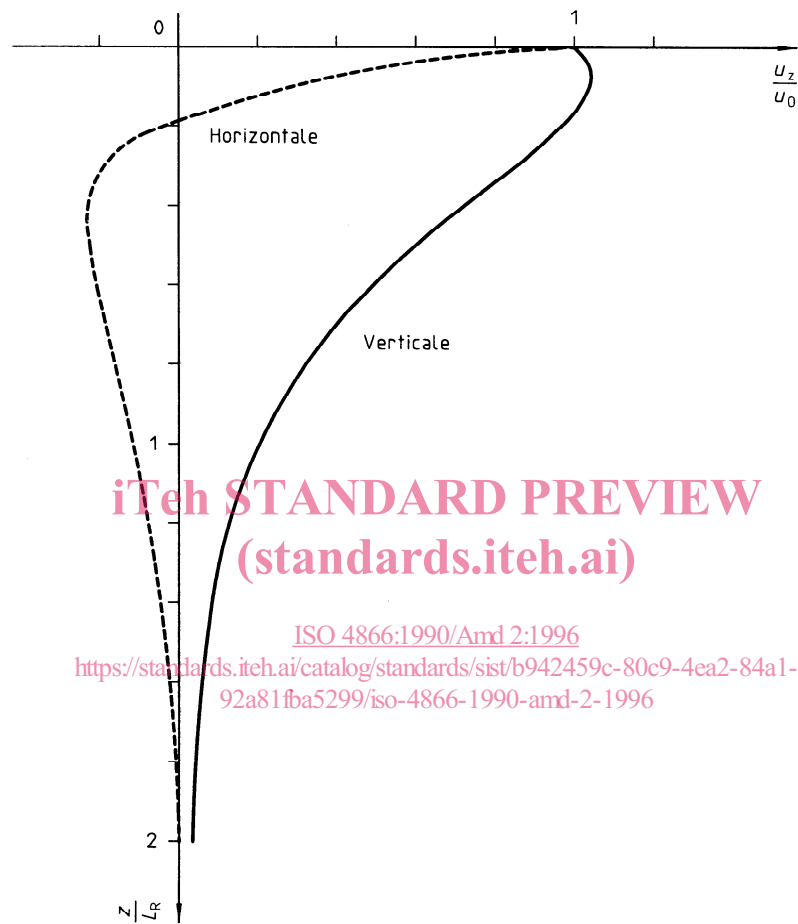
(standards.iteh.ai)

Ces aspects complexes excluent un ensemble défini de règles liant r_N et r_0 à la catégorie de structure et au caractère de l'excitation mais les mesurages (voir référence [50]) comme les études théoriques indiquent que, dans la plupart des cas d'excitations artificielles, la valeur de r_N est susceptible d'être égale ou inférieure à l'unité. Viennent à l'appui les résultats d'un questionnaire¹⁾ qui a indiqué que r_N se situe dans une gamme comprise entre 0,3 et 0,6 pour un mouvement vertical, sans tenir compte de la fréquence. L'amplification maximale a été enregistrée dans la réponse horizontale, atteignant 13 %. Les figures E.3 et E.4 donnent les histogrammes des réponses au questionnaire.

La réduction générale des vibrations verticales sur les fondations comparée à celles se produisant à la surface du sol près d'un bâtiment peuvent ne pas tenir dans certains cas où il existe une réponse de pendulage nette à des vibrations continues.

En ce qui concerne les meilleurs emplacements de mesurage à proximité d'un bâtiment, il est suggéré que ces emplacements soient situés à moins de 2 m ou à 1/10 de la longueur d'onde dominante en dehors du bâtiment.

1) Le questionnaire contenait différentes caractéristiques du sol, ainsi que divers types d'excitation vibratoire.



L_R est la longueur d'onde de Rayleigh.

Figure E.2 — Variation de l'amplitude des vibrations u_z avec la profondeur z d'une onde de Rayleigh

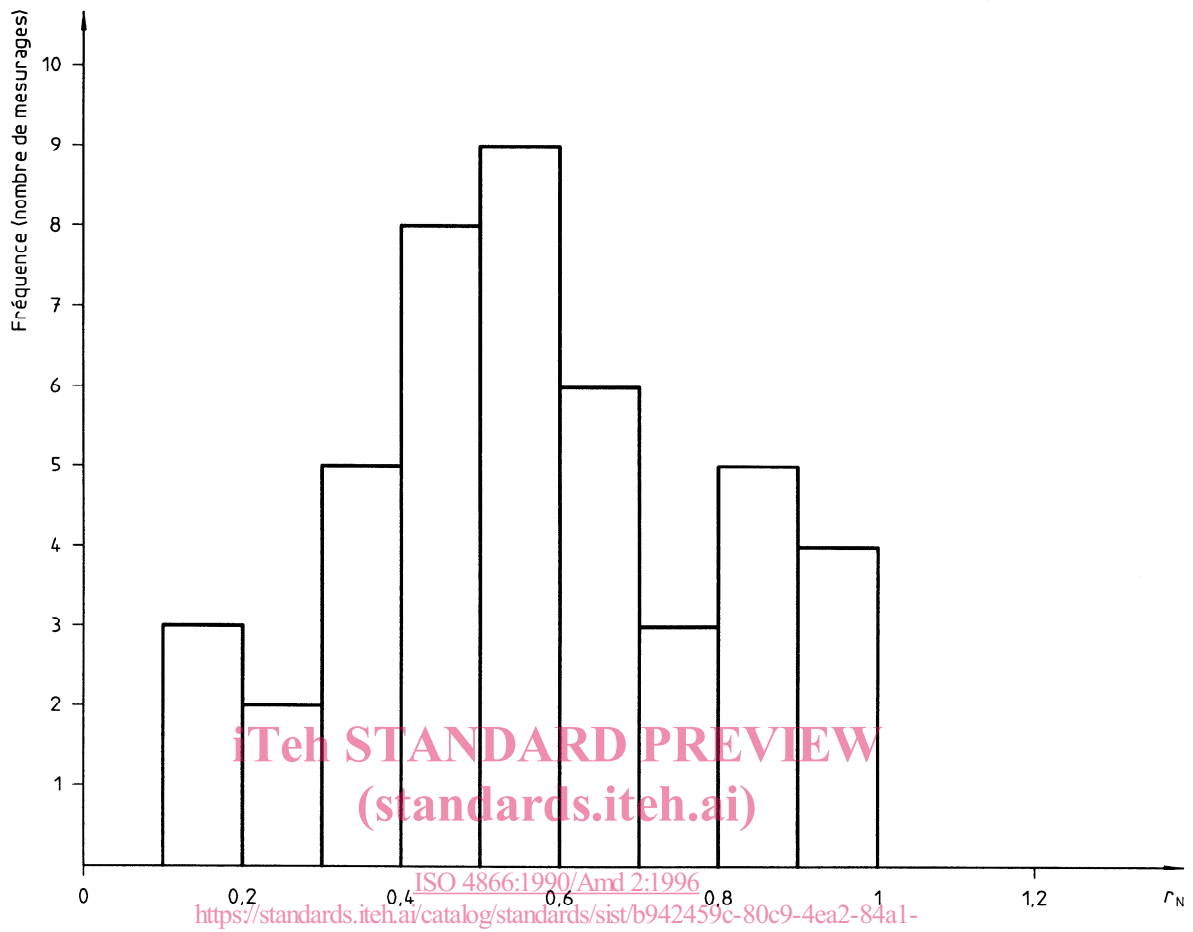


Figure E.3 — Répartition des fréquences de r_N (sens vertical de la vibration)

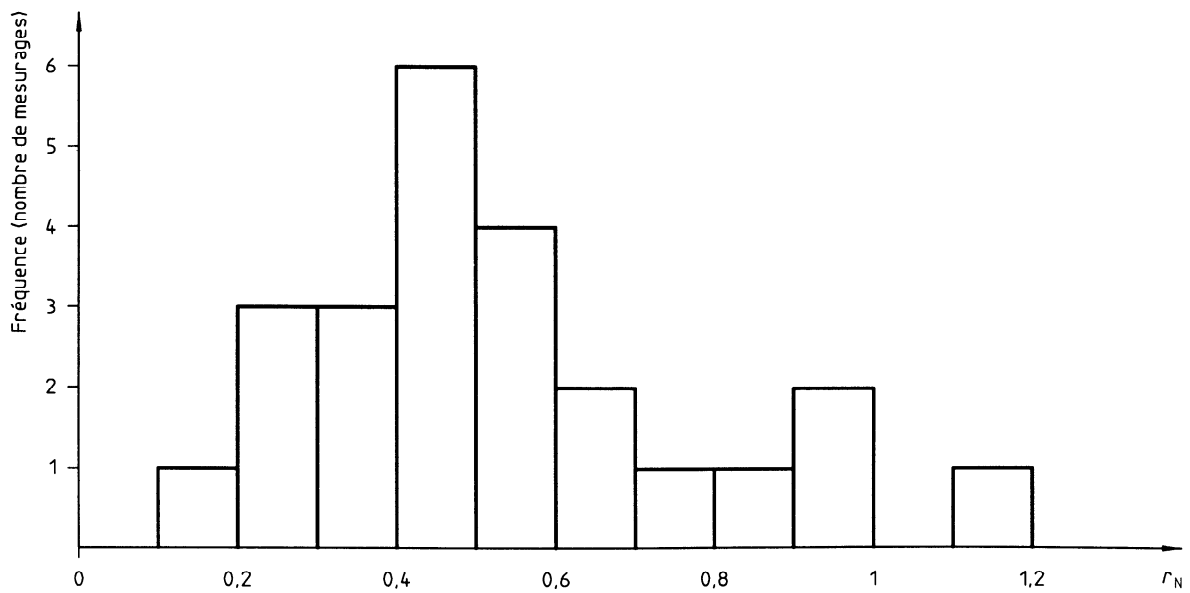


Figure E.4 — Répartition des fréquences de r_N (sens horizontal de la vibration)