

INTERNATIONAL  
STANDARD

**ISO**  
**2041**

NORME  
INTERNATIONALE

Second edition  
Deuxième édition  
1990-08-01

---

---

**Vibration and shock – Vocabulary**

**Vibrations et chocs – Vocabulaire**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 2041:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/05218-b751-4f98-91f3-a5e0cae8493d/iso-2041-1990>



Reference number  
Numéro de référence  
ISO 2041 : 1990 (E/F)

## Contents

	Page
Foreword .....	iii
Scope .....	1
1 General .....	1
2 Vibration .....	13
3 Mechanical shock .....	26
4 Transducers for shock and vibration measurement .....	29
5 Data processing .....	31
<b>Annexes</b>	
A Mathematical terms .....	38
B Auxiliary terminology .....	46
C Schema for arranging vibration terms .....	51
<b>Alphabetical indexes</b>	
English .....	52
French .....	57

## Sommaire

	Page
Avant-propos .....	iii
Domaine d'application .....	1
1 Généralités .....	1
2 Vibrations .....	13
3 Chocs mécaniques .....	26
4 Transducteurs pour le mesurage des chocs et des vibrations .....	29
5 Traitement des données .....	31
<b>Annexes</b>	
A Termes mathématiques .....	38
B Terminologie annexe .....	46
C Schéma de présentation des termes s'appliquant aux vibrations .....	51
<b>Index alphabétiques</b>	
Anglais .....	52
Français .....	57

© ISO 1990

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher./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.

International Organization for Standardization

Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland

Printed in Switzerland/Imprimé en Suisse

## Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 2041 was prepared by Technical Committee ISO/TC 108, *Mechanical vibration and shock*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 2041 : 1975), of which it constitutes a technical revision.

Annexes A to C of this International Standard are for information only.

[ISO 2041:1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/052f81-6751-4f98-91f3-a5e0cae8493d/iso-2041-1990)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/052f81-6751-4f98-91f3-a5e0cae8493d/iso-2041-1990>

## 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 2041 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2041 : 1975), dont elle constitue une révision technique.

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

This page intentionally left blank

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 2041:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0521f86751-4f98-91f3-a5e0cae8493d/iso-2041-1990>

## Vibration and shock — Vocabulary

### Scope

This International Standard defines terms, in English and French, relating to vibration and shock. An alphabetical index is provided for each of the two languages.

### 1 General

**1.1 displacement; relative displacement:** A vector quantity that specifies the change of position of a body, or particle, with respect to a reference frame.

#### NOTES

- 1 The reference frame is usually a set of axes at a mean position or a position of rest. In general, the displacement can be represented by a rotation vector, a translation vector, or both.
- 2 A displacement is designated as **relative displacement** if it is measured with respect to a reference frame other than the primary reference frame designated in the given case. The **relative displacement** between two points is the vector difference between the displacements of the two points.

**1.2 velocity; relative velocity:** A vector that specifies the time-derivative of displacement.

#### NOTES

- 1 The reference frame is usually a set of axes at a mean position or a position of rest. In general, the velocity can be represented by a rotation vector, a translation vector, or both.
- 2 A velocity is designated as **relative velocity** if it is measured with respect to a reference frame other than the primary reference frame designated in a given case. The **relative velocity** between two points is the vector difference between the velocities of the two points.

**1.3 acceleration:** A vector that specifies the time-derivative of velocity.

#### NOTES

- 1 The reference frame is usually a set of axes at a mean position or a position of rest. In general, the acceleration can be represented by a rotation vector, a translation vector, or both.
- 2 An acceleration is designated as **relative acceleration** if it is measured with respect to a reference frame other than the inertial reference frame designated in a given case. The **relative acceleration** between two points is the vector difference between the accelerations of the two points.

## Vibrations et chocs — Vocabulaire

### Domaine d'application

La présente Norme internationale définit, en anglais et en français, les termes relatifs aux vibrations et aux chocs. Un index alphabétique est donné dans les deux langues.

### 1 Généralités

**1.1 déplacement; déplacement relatif:** Grandeur vectorielle qui définit le changement de position d'un corps ou d'un point matériel par rapport à un système de référence.

#### NOTES

- 1 Le système de référence est habituellement un système d'axes se rapportant à une position moyenne ou à une position de repos. En général, le déplacement peut être représenté par un vecteur rotation, un vecteur translation ou les deux.
- 2 Un déplacement est dit **déplacement relatif** s'il est mesuré par rapport à un système de référence autre que le système de référence absolu que l'on a choisi. Le **déplacement relatif** entre deux points est la différence vectorielle entre les déplacements de ces deux points.

**1.2 vitesse; vitesse relative:** Vecteur qui représente la dérivée du déplacement par rapport au temps.

#### NOTES

- 1 Le système de référence est habituellement un système d'axes se rapportant à une position moyenne ou à une position de repos. En général, la vitesse peut être représentée par un vecteur rotation, un vecteur translation ou les deux.
- 2 Une vitesse est dite **vitesse relative**, si elle est mesurée dans un système de référence autre que le système de référence absolu que l'on a choisi. La **vitesse relative** entre deux points est la différence vectorielle entre les vitesses de ces deux points.

**1.3 accélération:** Vecteur qui représente la dérivée d'une vitesse par rapport au temps.

#### NOTES

- 1 Le système de référence est habituellement un système d'axes se rapportant à une position moyenne ou à une position de repos. En général, l'accélération peut être représentée par un vecteur rotation, un vecteur translation ou les deux.
- 2 Une accélération est dite **accélération relative** si elle est mesurée par rapport à un système de référence autre que le système de référence d'inertie que l'on a choisi. L'**accélération relative** entre deux points est la différence vectorielle entre les accélérations de ces deux points.

3 Various self-explanatory modifiers, such as peak, average, and r.m.s. (root-mean-square), are often used. The time intervals over which the average or root-mean-square values are taken should be indicated or implied.

4 Acceleration may be oscillatory, in which case simple harmonic components can be defined by the acceleration amplitude (and frequency), or random, in which case the r.m.s. acceleration (and bandwidth and probability density distribution) can be used to define the probability that the acceleration will have values within any given range. Accelerations of short time duration are defined as transient accelerations. Non-oscillatory accelerations are defined as sustained accelerations, if of long duration, or as acceleration pulses, if of short duration.

**1.4 acceleration of gravity,  $g$ :** The acceleration produced by the force of gravity at the surface of the Earth. It varies with the latitude and elevation of the point of observation.

NOTES

1 By international agreement, the value  $9,806\ 65\ \text{m/s}^2$  ( $= 980,665\ \text{cm/s}^2 = 386,089\ \text{in/s}^2 = 32,174\ 0\ \text{ft/s}^2$ ) has been chosen as the standard acceleration due to gravity ( $g$ ).

2 Acceleration magnitude is frequently expressed as a multiple of  $g$ .

**1.5 jerk:** A vector that specifies the time-derivative of acceleration.

**1.6 inertial reference system; inertial reference frame:** A coordinate system in which the laws of inertia (classical mechanics) are valid.

NOTE — An inertial reference system signifies a coordinate system which is fixed in space and, thus, not accelerating.

**1.7 inertia force; inertial force:** The reaction force exerted by a mass when it is being accelerated.

**1.8 oscillation:** The variation, usually with time, of the magnitude of a quantity with respect to a specified reference when the magnitude is alternately greater and smaller than some mean value.

**1.9 sound:**

(1) The sensation of hearing excited by an acoustic oscillation.

(2) Acoustic oscillation of such a character as to be capable of exciting the sensation of hearing.

(3) An oscillation in pressure, stress, particle velocity, etc., in a medium with internal forces.

**1.10 acoustics:** The science and technology of sound, including its production, transmission and effects.

**1.11 environment:** The aggregate, at a given moment, of all external conditions and influences to which a system is subjected. [See *induced environment* (1.12) and *natural environment* (1.13).]

3 On utilise souvent des qualificatifs qui se comprennent d'eux-mêmes tels que crête, moyenne, valeur efficace (valeur moyenne quadratique). Les intervalles de temps pendant lesquels on prend les valeurs moyennes ou les valeurs quadratiques devraient être indiqués ou implicitement connus.

4 L'accélération peut être périodique, auquel cas on peut définir les harmoniques par des amplitudes d'accélération (et des fréquences), ou bien aléatoire, auquel cas on peut utiliser la valeur efficace de l'accélération (ainsi que la largeur de bande et la distribution statistique de la densité spectrale) afin de définir quelle probabilité il y a pour que les valeurs de l'accélération se situent dans une gamme donnée. Les accélérations de courte durée sont définies comme accélérations transitoires. Les accélérations non périodiques, si elles sont de courte durée, se définissent de la même manière que des accélérations d'impulsion et, si elles sont de longue durée, de la même manière que des accélérations entretenues.

**1.4 accélération due à la pesanteur,  $g$ :** Accélération due à la force de gravité à la surface de la terre. Elle varie avec la latitude et la hauteur du point d'observation.

NOTES

1 Par accord international, la valeur  $9,806\ 65\ \text{m/s}^2$  ( $= 980,665\ \text{cm/s}^2 = 386,089\ \text{in/s}^2 = 32,174\ 0\ \text{ft/s}^2$ ) a été choisie pour l'accélération normale due à la pesanteur ( $g$ ).

2 L'intensité d'une accélération est souvent exprimée par un multiple de  $g$ .

**1.5 saccade; jerk:** Vecteur qui représente la dérivée par rapport au temps de l'accélération.

**1.6 trièdre de référence d'inertie; système de référence d'inertie:** Système de coordonnées dans lequel les lois de l'inertie sont applicables (mécanique classique).

NOTE — Un trièdre de référence d'inertie est un système de coordonnées qui est fixé dans l'espace et, par conséquent, ne subit pas d'accélération.

**1.7 force d'inertie:** Force de réaction d'une masse lorsqu'elle est soumise à une accélération.

**1.8 oscillation:** Variation, habituellement en fonction du temps, de l'intensité par rapport à une valeur de référence prescrite, lorsque l'intensité varie autour d'une certaine valeur moyenne.

**1.9 son:**

(1) Sensation auditive engendrée par une onde acoustique.

(2) Vibration acoustique capable d'éveiller une sensation auditive.

(3) Une oscillation de pression, de contrainte, de vitesse de particule, etc. dans un milieu, champ de forces internes.

**1.10 acoustique:** Partie de la science et de la technique relative à l'étude des sons et concernant leur production, leur propagation et leurs effets.

**1.11 environnement:** Ensemble, à un moment donné, de toutes les conditions et influences extérieures auxquelles un système est soumis. [Voir *environnement induit* (1.12) et *environnement naturel* (1.13).]

**1.12 induced environment:** Those conditions external to a system generated as a result of the operation of the system.

**1.13 natural environment:** Those conditions generated by the forces of nature and the effects of which are experienced by a system when it is at rest as well as when it is in operation.

**1.14 preconditioning:** The climatic and/or mechanical and/or electrical treatment procedure which may be specified for a particular system so that it attains a defined state.

**1.15 conditioning:** The climatic and/or mechanical and/or electrical conditions to which a system is subjected in order to determine the effect of such conditions upon it.

**1.16 excitation; stimulus:** An external force (or other input) applied to a system that causes the system to respond in some way.

**1.17 response (of a system):** A quantitative expression of the output of the system.

**1.18 transmissibility:** The non-dimensional ratio of the response amplitude of a system in steady-state forced vibration to the excitation amplitude. The ratio may be one of forces, displacements, velocities or accelerations.

**1.19 overshoot (undershoot):** If the output of a system is changed from a steady value  $A$  to a steady value  $B$  by varying the input, such that value  $B$  is greater (less) than  $A$ , then the response is said to overshoot (undershoot) when the maximum (minimum) transient response exceeds (is less than) value  $B$ .

NOTE — The difference between the maximum (minimum) transient response and the value  $B$  is the value of the overshoot (undershoot).

**1.20 system:** An aggregate of the relevant and/or constituent parts of a device.

**1.21 linear system:** A system in which the response is proportional to the magnitude of the excitation.

NOTE — This definition implies that the dynamic properties of each element in the system can be represented by a set of linear differential equations with constant coefficients, and that the principle of superposition can be applied to the system.

**1.22 mechanical system:** An aggregate of matter comprising a defined configuration of mass, stiffness and damping.

**1.23 foundation:** A structure that supports a mechanical system. It may be fixed in a specified reference frame or it may undergo a motion that provides excitation for the supported system.

**1.12 environnement induit:** Conditions externes à un système et engendrées par son fonctionnement.

**1.13 environnement naturel:** Conditions engendrées par les phénomènes naturels et dont les effets sont ressentis par le système, qu'il soit au repos ou en fonctionnement.

**1.14 préconditionnement:** Procédé de traitement climatique et/ou mécanique et/ou électrique qui peut être spécifié pour un certain système afin qu'il atteigne un certain état défini.

**1.15 conditionnement:** Conditions climatiques et/ou mécaniques et/ou électriques auxquelles un système est soumis dans le but de déterminer l'effet produit.

**1.16 excitation:** Sollicitation extérieure (ou autre impulsion) appliquée à un système qui amène celui-ci à répondre d'une certaine façon.

**1.17 réponse (d'un système):** Expression quantitative de la sortie d'un système.

**1.18 facteur de transmission:** Rapport sans dimension du module de la réponse d'un système en régime stabilisé de vibration forcée au module d'excitation. Ce peut être un rapport de forces, de déplacements, de vitesses ou d'accéléérations.

**1.19 sur-dépassement (sous-dépassement):** Si, pour une variation de l'entrée, la sortie d'un système est modifiée, après stabilisation, d'une valeur  $A$  à une valeur  $B$ , la valeur  $B$  étant plus grande (petite) que la valeur  $A$ , on dit que la réponse sur-dépasse (sous-dépasse) lorsque la réponse transitoire maximale (minimale) est plus grande (petite) que la valeur  $B$ .

NOTE — La différence entre la réponse maximale (minimale) transitoire et la valeur  $B$  est la valeur du sur-dépassement (sous-dépassement).

**1.20 système:** Ensemble des éléments pertinents et/ou constitutifs d'un même dispositif.

**1.21 système linéaire:** Système pour lequel la réponse est proportionnelle à la valeur de l'excitation.

NOTE — Cette définition implique que le comportement dynamique de chaque élément du système peut être représenté par un ensemble d'équations différentielles linéaires à coefficients constants, et que l'on peut appliquer le principe de superposition à ce système.

**1.22 système mécanique:** Ensemble matériel défini par une configuration de masse, de raideur et d'amortissement.

**1.23 fondation; assise:** Structure qui supporte un système mécanique. Elle peut être fixe par rapport à un système de référence prescrit ou en mouvement et de ce fait imposer une excitation au système supporté.

**1.24 seismic system:** A system consisting of a mass attached to a reference base by one or more flexible elements. Damping is normally included.

NOTES

- 1 Seismic systems are usually idealized as single degree-of-freedom systems with viscous damping.
- 2 The natural frequencies of the mass as supported by the flexible elements are relatively low for seismic systems associated with displacement or velocity pick-ups, and are relatively high for acceleration pick-ups, as compared with the range of frequencies to be measured.
- 3 When the natural frequency of the seismic system is low relative to the frequency range of interest, the mass of the seismic system may be considered to be at rest over this range of frequencies.

**1.25 equivalent system:** A system that may be substituted for another system for the purpose of analysis.

NOTE — Many types of equivalence are common in vibration and shock technology:

- a) equivalent stiffness;
- b) equivalent damping;
- c) torsional system equivalent to a translational system;
- d) electrical or acoustical system equivalent to a mechanical system, etc.

**1.26 degrees of freedom:** The number of degrees of freedom of a mechanical system is equal to the minimum number of independent generalized coordinates required to define completely the configuration of the system at any instant of time.

**1.27 single degree-of-freedom system:** A system requiring but one coordinate to define completely its configuration at any instant.

**1.28 multi-degree-of-freedom system:** A system for which two or more coordinates are required to define completely the configuration of the system at any instant.

**1.29 continuous system; distributed system:** A system having an infinite number of possible independent configurations.

NOTE — The configuration of a continuous system is specified by a function of a continuous spatial variable, or variables, in contrast to a discrete or lumped parameter system which requires only a finite number of coordinates to specify its configuration.

**1.30 centre of gravity:** That point through which passes the resultant of the weights of its component particles for all orientations of the body with respect to a gravitational field.

NOTE — If the field is uniform, the centre of gravity coincides with the *centre of mass* (1.31).

**1.31 centre of mass:** That point associated with a body which has the property that an imaginary particle placed at this point with a mass equal to the mass of a given material system has a first moment with respect to any plane equal to the corresponding first moment of the system.

**1.24 système sismique:** Système constitué par une masse reliée à une base de référence par un ou plusieurs éléments flexibles. L'amortissement est généralement compris.

NOTES

- 1 Habituellement, on schématise un système sismique en l'assimilant à un système à un degré de liberté avec un amortissement visqueux.
- 2 Les fréquences propres des systèmes sismiques associés aux capteurs de déplacement ou de vitesse sont relativement basses en comparaison des fréquences à mesurer; elles sont relativement élevées pour les capteurs d'accélération.
- 3 Lorsque la fréquence propre du système sismique est basse par rapport au domaine de fréquences représentatif, la masse du système sismique peut être considérée comme étant en repos dans ce domaine de fréquences.

**1.25 système équivalent:** Système qui peut être substitué à un autre dans un but d'analyse.

NOTE — On rencontre un grand nombre d'équivalences dans la technologie des vibrations et dans celle des chocs:

- a) raideur équivalente;
- b) amortissement équivalent;
- c) système de torsion équivalent à un système de translation;
- d) système électrique ou acoustique équivalent à un système mécanique, etc.

**1.26 degrés de liberté:** Le nombre de degrés de liberté d'un système mécanique est égal au nombre minimal de coordonnées généralisées indépendantes qui sont nécessaires pour définir complètement et à tout instant l'état du système.

**1.27 système à un seul degré de liberté:** Système n'exigeant qu'une coordonnée pour définir complètement son état à un instant donné quelconque.

**1.28 système à plusieurs degrés de liberté:** Système exigeant deux coordonnées ou davantage pour définir complètement son état à un instant donné quelconque.

**1.29 système continu; système à constantes réparties:** Système ayant un nombre infini de configurations indépendantes possibles.

NOTE — L'état d'un système continu est déterminé par une fonction d'une ou de plusieurs variables spatiales continues contrairement à un système à paramètres discrets ou localisés qui n'exige qu'un nombre limité de coordonnées pour déterminer son état.

**1.30 centre de gravité:** Point par lequel passe la résultante des forces de gravité de ses composantes particulières pour toute orientation du corps dans un champ de gravité.

NOTE — Si le champ est uniforme, le centre de gravité coïncide avec le *centre de masse* (1.31).

**1.31 centre de masse:** Point d'un système tel que le moment par rapport à un plan quelconque d'une particule imaginaire, située en ce point, de masse égale à la masse du système, soit égal au moment du premier ordre correspondant du système.



**1.32 principal axes of inertia:** For each set of Cartesian coordinates at a given point, the values of the six moments of inertia of a body  $I_{x_i x_j}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) are in general unequal; for one such coordinate system, the products of inertia  $I_{x_i x_j}$  ( $i \neq j$ ) vanish. The values of  $I_{x_i x_j}$  ( $i = j$ ) for this particular coordinate system are called the **principal moments of inertia** and the corresponding coordinate directions are called the **principal axes of inertia**.

## NOTES

$$1 \quad I_{x_i x_j} = \int x_i x_j \, dm \text{ for } i \neq j$$

$$I_{x_i x_j} = \int (r^2 - x_i^2) \, dm \text{ for } i = j$$

where  $r^2 = \sum_{i=1}^3 x_i^2$  and  $x_i$  and  $x_j$  are Cartesian coordinates.

2 If the point is the centre of mass of the body, the axes and moments are called **central principal axes** and **central principal moments of inertia**.

3 In balancing, the term "principal inertia axis" is used to designate the one central principal axis (of the three such axes) most nearly coincident with the shaft axis of the rotor and is sometimes referred to as the "balance axis" or the "mass axis".

**1.33 stiffness,  $k$ :** The ratio of change of force (or torque) to the corresponding change in translational (or rotational) displacement of an elastic element.

**1.34 compliance:** The reciprocal of stiffness.

**1.35 neutral surface** (of a beam in simple flexure): That surface in which there is no longitudinal stress.

NOTE — It should be stated whether or not the neutral surface is a result of the flexure alone, or whether it is a result of the flexure and other superimposed loads.

**1.36 neutral axis** (of a beam in simple flexure): The trace of the neutral surface on any cross-section of the beam.

**1.37 transfer function** (of a system): A mathematical relation between the output (or response) and the input (or excitation) of the system.

NOTE — It is usually given as a function of frequency, and is usually a complex function. [See *response* (1.17), *transmissibility* (1.18), *transfer impedance* (1.44) and *frequency response* (B.13).]

**1.38 complex excitation:** An excitation having real and imaginary parts.

## NOTES

1 The concepts of complex excitations and responses were evolved historically in order to simplify calculations. The actual excitation and response are the real parts of the complex excitation and response. If the system is linear, the concept is valid because superposition holds in such a situation.

2 This term should not be confused with excitation by a **complex vibration**, or vibration of **complex waveform**. The use of the term "complex vibration" in this sense is deprecated.

**1.32 axes principaux d'inertie:** À chaque repère de coordonnées cartésiennes, d'origine donnée quelconque, correspondent six moments d'inertie d'un corps  $I_{x_i x_j}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ) dont les valeurs sont généralement inégales; pour un certain repère de coordonnées, les produits d'inertie  $I_{x_i x_j}$  ( $i \neq j$ ) s'annulent. Les moments  $I_{x_i x_j}$  ( $i = j$ ) avec ce repère de coordonnées particulier sont les **moments principaux d'inertie** et les axes de ce repère sont appelés **axes principaux d'inertie**.

## NOTES

$$1 \quad I_{x_i x_j} = \int x_i x_j \, dm \text{ pour } i \neq j$$

$$I_{x_i x_j} = \int (r^2 - x_i^2) \, dm \text{ pour } i = j$$

où  $r^2 = \sum_{i=1}^3 x_i^2$  et  $x_i, x_j$  sont des coordonnées cartésiennes.

2 Si l'origine est le centre de masse du corps, les axes et les moments s'appellent **axes principaux centraux** et **moments principaux centraux d'inertie**.

3 En équilibrage, l'expression « axe d'inertie principal » est utilisée pour désigner l'un des trois axes principaux centraux, proche de l'axe du rotor et que l'on désigne parfois par « axe d'équilibrage » ou « axe de masse ».

**1.33 raideur,  $k$ :** Rapport entre une variation de force (ou de couple) et la variation correspondante du déplacement en translation (ou en rotation) d'un élément élastique.

**1.34 souplesse:** Inverse de la raideur.

**1.35 surface neutre** (d'une poutre en flexion simple): Surface au niveau de laquelle il n'y a pas de contrainte longitudinale.

NOTE — On devrait indiquer si la surface neutre résulte de la flexion seule ou de la flexion et d'autres charges superposées.

**1.36 fibre neutre** (d'une poutre en flexion simple): Trace sur la surface neutre de toute section transversale de la poutre.

**1.37 fonction de transfert** (d'un système): Relation mathématique entre la grandeur de sortie (ou réponse) et la grandeur d'entrée (ou excitation) du système.

NOTE — Elle est généralement donnée en fonction de la fréquence et c'est habituellement une fonction complexe. [Voir *réponse* (1.17), *facteur de transmission* (1.18), *impédance de transfert* (1.44) et *réponse en fréquence* (B.13).]

**1.38 excitation complexe:** Excitation comportant une partie réelle et une partie imaginaire.

## NOTES

1 Les concepts de réponses et d'excitations complexes proviennent à l'origine de la simplification des méthodes de calcul. Les excitations et réponses réelles sont les parties réelles des excitations et des réponses complexes. Si le système est linéaire, la validité de ce concept tient au principe de superposition.

2 Ce terme ne devrait pas être confondu avec l'excitation par une **vibration complexe** ou **vibration de forme complexe**. L'usage du terme « vibration complexe » dans cette acception est déconseillé.

**1.39 complex response:** The response of a linear system to a complex excitation. [See the notes under *complex excitation* (1.38).]

**1.40 complex system parameter:** A complex quantity that is, or is derived from, the ratio of complex excitation to complex response.

NOTE — Electrical and mechanical impedances are examples of complex system parameters.

**1.41 impedance:** The ratio of a harmonic excitation of a system to its response (in consistent units), both of which are complex quantities and both of whose arguments increase linearly with time at the same rate. The term generally applies only to linear systems. [See *mechanical impedance* (1.42).]

NOTES

1 The concept is extended to non-linear systems where the term **incremental impedance** is used to describe a similar quantity.

2 The terms and definitions relating to impedance apply to systems undergoing sinusoidal vibrations only.

**1.42 mechanical impedance:** At a point in a mechanical system, the complex ratio of force to velocity where the force and velocity may be taken at the same or different points in the same system during simple harmonic motion.

NOTE — For the case of torsional mechanical impedance, the words “force” and “velocity” should be replaced by “torque” and “angular velocity”.

**1.43 direct impedance; driving-point impedance:** In a mechanical sense, the complex ratio of the force to velocity taken at the same point in a mechanical system during simple harmonic motion. [See the notes under *impedance* (1.41) and *mechanical impedance* (1.42).]

**1.44 transfer impedance:** In a mechanical sense, the complex ratio of the force taken at one point in a mechanical system to the velocity taken at another point in the same system during simple harmonic motions. [See the notes under *impedance* (1.41) and *mechanical impedance* (1.42).]

**1.45 free impedance:** The ratio of the applied excitation force phasor to the resulting velocity phasor with all other connection points of the system free, i.e. having zero restraining forces. Free impedance is the arithmetic reciprocal of a single element of the mobility matrix.

NOTES

1 Historically, often no distinction has been made between blocked impedance and free impedance. Caution should, therefore, be exercised in interpreting published data.

2 While experimentally determined free impedances could be assembled into a matrix, this matrix would be quite different from the blocked impedance matrix resulting from mathematical modelling of the structure and, therefore, would not conform to the requirements for using mechanical impedance in an overall theoretical analysis of the system.

**1.39 réponse complexe:** Réponse d'un système linéaire à une excitation complexe. [Voir les notes sous *excitation complexe* (1.38).]

**1.40 paramètre complexe d'un système:** Grandeur complexe qui est le rapport d'une excitation complexe à une réponse complexe ou qui en est dérivé.

NOTE — Des impédances électriques et mécaniques sont des exemples de paramètres complexes d'un système.

**1.41 impédance:** Rapport d'une excitation harmonique d'un système à sa réponse (en unités cohérentes), les deux étant des grandeurs complexes dont les arguments sont des fonctions linéaires croissantes du temps, de même pente. En général ce terme est utilisé uniquement dans les systèmes linéaires. [Voir *impédance mécanique* (1.42).]

NOTES

1 Ce concept s'étend aux systèmes non linéaires pour lesquels l'expression **impédance incrémentale** est utilisée pour décrire une grandeur similaire.

2 Les termes et définitions relatifs à l'impédance ne s'appliquent que dans le cas de systèmes soumis à des vibrations sinusoïdales.

**1.42 impédance mécanique:** En un point d'un système mécanique, rapport complexe de la force à la vitesse, la force et la vitesse pouvant être mesurées au même point ou dans des points différents du même système animé d'un mouvement harmonique simple.

NOTE — Dans le cas d'une impédance mécanique en torsion, les mots « force » et « vitesse » devraient être remplacés par « couple » et « vitesse angulaire ».

**1.43 impédance directe; impédance au point d'application:** En mécanique, rapport complexe de la force à la vitesse mesurées au même point dans un système mécanique animé d'un mouvement harmonique simple. [Voir les notes sous *impédance* (1.41) et *impédance mécanique* (1.42).]

**1.44 impédance de transfert:** En mécanique, rapport complexe de la force mesurée en un point d'un système mécanique à la vitesse prise en un autre point dans le même système animé de mouvements harmoniques simples. [Voir les notes sous *impédance* (1.41) et *impédance mécanique* (1.42).]

**1.45 impédance libre:** Rapport du vecteur tournant de la force d'excitation au vecteur tournant de la vitesse résultante, tous les autres points de connexion du système étant libres, c'est-à-dire ayant des forces de contrainte nulle. L'impédance libre est l'inverse arithmétique d'un élément unique de la matrice de mobilité.

NOTES

1 Par le passé, on a rarement fait la distinction entre impédance bloquée et impédance libre. Il faudrait donc faire attention lorsqu'on interprète les données publiées.

2 Alors que les impédances libres déterminées expérimentalement pourraient être regroupées en une matrice, celle-ci serait tout à fait différente de la matrice d'impédance bloquée résultant de la modélisation mathématique de la structure et ne serait donc pas conforme aux exigences portant sur l'utilisation de l'impédance mécanique dans une analyse théorique globale du système.

**1.46 loaded impedance:** The loaded electrical impedance of a transducer, or the loaded driving-point mechanical impedance of a structure, is the impedance at the input when the output is connected to its normal load or structure.

**1.47 blocked impedance,  $Z_{ij}$ :** The blocked electrical impedance of a transducer, or the blocked driving-point mechanical impedance of a structure, is the impedance at the input when the output is connected to a load of infinite mechanical impedance.

#### NOTES

- 1 Blocked impedance is the frequency-response function formed by the ratio of the phasor of the blocking or driving-point force response at point  $i$  to the phasor of the applied excitation velocity at point  $j$ , with all other measurement points on the structure "blocked", i.e. constrained to have zero velocity. All forces and moments required to constrain fully all points of interest on the structure have to be measured in order to obtain a valid blocked impedance matrix.
- 2 Any changes in the number of measurement points or their location will change the blocked impedances at all measurement points.
- 3 The primary usefulness of blocked impedance is in the mathematical modelling of a structure using lumped mass, stiffness and damping elements or finite element techniques. When combining or comparing such mathematical models with experimental mobility data, it is necessary to convert the analytical blocked impedance matrix into a mobility matrix or *vice versa*.

**1.48 frequency-response function:** The frequency-dependent ratio of the motion-response phasor to the phasor of the excitation force.

#### NOTES

- 1 Frequency-response functions are properties of linear dynamic systems which do not depend on the type of excitation function. Excitation can be harmonic, random, or transient functions of time. The test results obtained with one type of excitation can thus be used for predicting the response of the system to any other type of excitation.
- 2 Linearity of the system is a condition which, in practice, will be met only approximately, depending on the type of system and on the magnitude of the input. Care has to be taken to avoid non-linear effects, particularly when applying impulse excitation. Structures which are known to be non-linear (for example certain riveted structures) should not be tested with impulse excitation and great care is required when using random excitation for testing such structures.
- 3 Motion may be expressed in terms of either velocity, acceleration or displacement; the corresponding frequency-response function designations are *mobility*, *accelerance* and *dynamic compliance* or *impedance*, *effective mass* and *dynamic stiffness*, respectively (see table 1).

**1.49 frequency range of interest:** Span, in hertz, from the lowest frequency to the highest frequency at which, say, mobility data are to be obtained in a given test series.

**1.46 impédance de charge:** L'impédance de charge électrique d'un transducteur ou l'impédance de charge mécanique d'un point d'application d'une structure est l'impédance d'entrée lorsqu'on relie la sortie à sa charge normale ou à sa structure.

**1.47 impédance bloquée,  $Z_{ij}$ :** L'impédance bloquée électrique d'un transducteur ou l'impédance bloquée mécanique d'un point d'application d'une structure est l'impédance d'entrée, lorsque l'on relie la sortie à une charge d'impédance mécanique infinie.

#### NOTES

- 1 L'impédance bloquée est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport du vecteur tournant de la réponse en force au point d'application ou de blocage au point  $i$ , au vecteur tournant de la vitesse d'excitation appliquée au point  $j$ , tous les autres points de mesurage sur la structure étant « bloqués », c'est-à-dire contraints d'avoir une vitesse nulle. Toutes les forces et moments requis pour contraindre entièrement tous les points concernés de la structure devraient être mesurés afin d'obtenir une matrice d'impédance bloquée valable.
- 2 Toute modification du nombre de points de mesurage ou de leur emplacement modifiera les impédances bloquées de tous les points de mesurage.
- 3 Une impédance bloquée est principalement utile dans la modélisation mathématique utilisant des éléments de masse ponctuelle, de rigidité et d'amortissement ou des techniques d'éléments finis. Lorsque l'on combine ou que l'on compare ces modèles mathématiques avec des données expérimentales de mobilité, il est nécessaire de convertir la matrice analytique d'impédance bloquée en une matrice de mobilité, ou vice versa.

**1.48 fonction de réponse en fréquence:** Rapport sélectif entre le vecteur tournant de réponse au mouvement et le vecteur tournant de la force d'excitation.

#### NOTES

- 1 Les fonctions de réponse en fréquence sont des propriétés des systèmes dynamiques linéaires qui ne dépendent pas du type de fonction d'excitation. L'excitation peut être une fonction du temps harmonique, aléatoire ou transitoire. Les résultats d'essai obtenus avec un type d'excitation peuvent donc être utilisés pour prévoir la réponse du système à tout autre type d'excitation.
- 2 La linéarité du système est une condition qui, dans la pratique, n'est respectée que de façon approximative selon le type de système et l'amplitude de l'entrée. Il faudrait prendre soin d'éviter les effets non linéaires, surtout lorsqu'on applique une excitation impulsionnelle. Les structures qui sont reconnues comme non linéaires (par exemple certaines structures rivetées) ne devraient pas être soumises à des essais avec une excitation impulsionnelle et il convient de faire très attention lorsqu'on utilise une excitation aléatoire pour essayer ces structures.
- 3 Le mouvement peut s'exprimer en termes de vitesse, d'accélération ou de déplacement. Les désignations correspondantes de la fonction de réponse en fréquence sont respectivement la *mobilité*, l'*accéléranse* et la *souplesse dynamique* ou l'*impédance*, la *masse effective* et la *raideur dynamique* (voir tableau 1).

**1.49 domaine de fréquence représentatif:** Intervalle en hertz partant de la fréquence la plus basse pour aller à la fréquence la plus haute auxquelles, par exemple, on doit obtenir les données de mobilité dans une série d'essais donnée.

**Table 1 – Equivalent definitions to be used for various kinds of measured output/input ratios**  
**Tableau 1 – Définitions équivalentes à utiliser pour différentes sortes de rapports entrée/sortie mesurés**

	<b>Motion expressed as displacement</b> <b>Mouvement exprimé sous forme de déplacement</b>	<b>Motion expressed as velocity</b> <b>Mouvement exprimé sous forme de vitesse</b>	<b>Motion expressed as acceleration</b> <b>Mouvement exprimé sous forme d'accélération</b>
<b>Term</b> <b>Terme</b>	Dynamic compliance <sup>1)</sup> Souplesse dynamique <sup>1)</sup>	Mobility <sup>2)</sup> Mobilité <sup>2)</sup>	Acceleration <sup>3)</sup> Accélération <sup>3)</sup>
<b>Symbol</b> <b>Symbole</b>	$x_i/F_j$	$Y_{ij} = v_i/F_j$	$a_i/F_j$
<b>Unit</b> <b>Unité</b>	m/N	m/(N·s)	m/(N·s <sup>2</sup> ) = kg <sup>-1</sup>
<b>Boundary conditions</b> <b>Conditions aux limites</b>	$F_k = 0; k \neq j$	$F_k = 0; k \neq j$	$F_k = 0; k \neq j$
<b>See figure</b> <b>Figure de référence</b>	3	1	2
<b>Comment</b> <b>Commentaire</b>	Boundary conditions are easy to achieve experimentally. Il est facile d'atteindre les conditions aux limites expérimentalement.		
<b>Term</b> <b>Terme</b>	Dynamic stiffness Raideur dynamique	Blocked impedance Impédance bloquée	Blocked effective mass Masse effective bloquée
<b>Symbol</b> <b>Symbole</b>	$F_i/x_j$	$Z_{ij} = F_i/v_j$	$F_i/a_j$
<b>Unit</b> <b>Unité</b>	N/m	(N·s)/m	(N·s <sup>2</sup> )/m = kg
<b>Boundary conditions</b> <b>Conditions aux limites</b>	$x_k = 0; k \neq j$	$v_k = 0; k \neq j$	$a_k = 0; k \neq j$
<b>Comment</b> <b>Commentaire</b>	Boundary conditions are very difficult or impossible to achieve experimentally. Il est très difficile ou impossible d'atteindre les conditions aux limites expérimentalement.		
<b>Term</b> <b>Terme</b>	Free dynamic stiffness Raideur dynamique libre	Free impedance Impédance libre	Effective mass (free effective mass) Masse effective (masse effective libre)
<b>Symbol</b> <b>Symbole</b>	$F_j/x_i$	$F_j/v_i = \frac{1}{Y_{ij}}$	$F_j/a_i$
<b>Unit</b> <b>Unité</b>	N/m	(N·s)/m	(N·s <sup>2</sup> )/m = kg
<b>Boundary conditions</b> <b>Conditions aux limites</b>	$F_k = 0; k \neq j$	$F_k = 0; k \neq j$	$F_k = 0; k \neq j$
<b>Comment</b> <b>Commentaire</b>	Boundary conditions are easy to achieve, but results shall be used with great caution in system modelling. Il est facile d'atteindre les conditions aux limites mais il faut utiliser les résultats avec beaucoup de précaution dans la modélisation du système.		
<p>1) "Dynamic compliance" is called "receptance" by several authors. La «souplesse dynamique» est appelée «réceptance» par plusieurs auteurs.</p> <p>2) "Mobility" is sometimes called "mechanical admittance". A typical plot is given in figure 1. La «mobilité» est parfois appelée «admittance mécanique». La figure 1 donne un graphique type.</p> <p>3) "Acceleration" has unfortunately been called "inertance" in some publications. Inertance is not a standard term and is not acceptable because it is in conflict with the common definition of acoustic inertance and also contrary to the implication carried by the word "inertance". L'«accélération» a malheureusement été appelée «inertance» dans certaines publications. L'inertance n'est pas un terme normalisé et n'est pas acceptable car il va à l'encontre de la définition générale de l'inertance acoustique et est généralement contraire à ce qu'implique le mot «inertance».</p>			

**1.50 (mechanical) mobility,  $Y_{ij}$ :** The complex ratio of the velocity, taken at a point in a mechanical system, to the force, taken at the same or another point in the system, during simple harmonic motion.

**1.50 mobilité (mécanique),  $Y_{ij}$ :** Rapport complexe de la vitesse, mesurée en un point d'un système mécanique, à la force mesurée en ce même point ou en un autre point du système pendant un mouvement harmonique simple.

NOTES

NOTES

- 1 Mechanical mobility is the inverse of mechanical impedance.
- 2 Mobility is the frequency-response function formed by the ratio of the velocity-response phasor at point  $i$  to the excitation force phasor at point  $j$  with all other measurement points on the structure allowed to respond freely without any constraints other than those constraints which represent the normal support of the structure in its intended application. A typical plot is given in figure 1.
- 3 The velocity response can be either translational or rotational, and the excitation force can be either a rectilinear force or a moment.
- 4 If the velocity response measured is a translational one and if the excitation force applied is a rectilinear one, the units of the mobility term will be  $m/(N \cdot s)$  in the SI system.

- 1 La mobilité mécanique est l'inverse de l'impédance mécanique.
- 2 La mobilité est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport du vecteur tournant de la réponse en vitesse au point  $i$ , au vecteur tournant de l'excitation au point  $j$ , tous les autres points de mesure de la structure pouvant répondre librement sans aucune autre contrainte que celle que représente le support normal de la structure dans l'application prévue pour cette structure. La figure 1 représente un graphique type.
- 3 La réponse en vitesse peut être soit une réponse en translation, soit une réponse en rotation, et la force d'excitation peut être soit une force rectiligne, soit un moment.
- 4 Si la réponse en vitesse mesurée est une réponse en translation et si la force d'excitation appliquée est rectiligne, les unités du terme de mobilité seront des mètres par newton seconde dans le système SI.

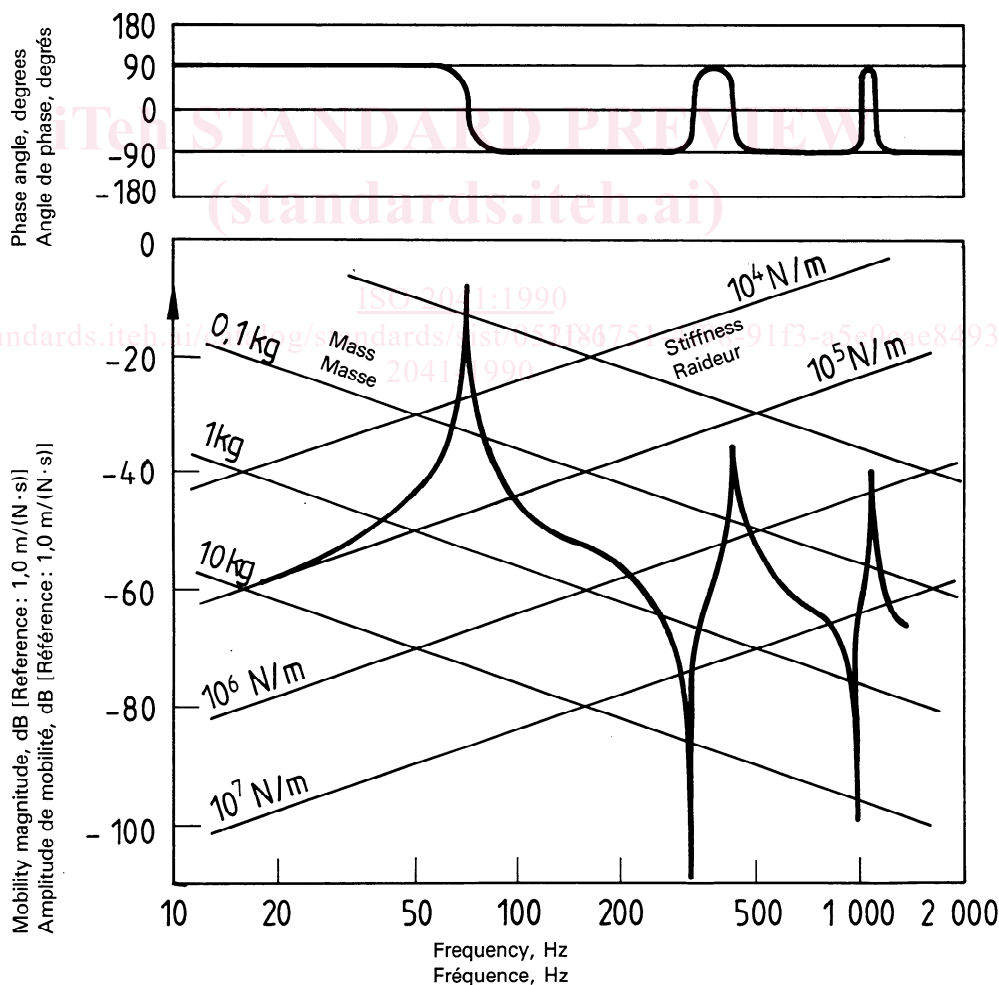


Figure 1 — Mobility plot  
Figure 1 — Graphique de mobilité

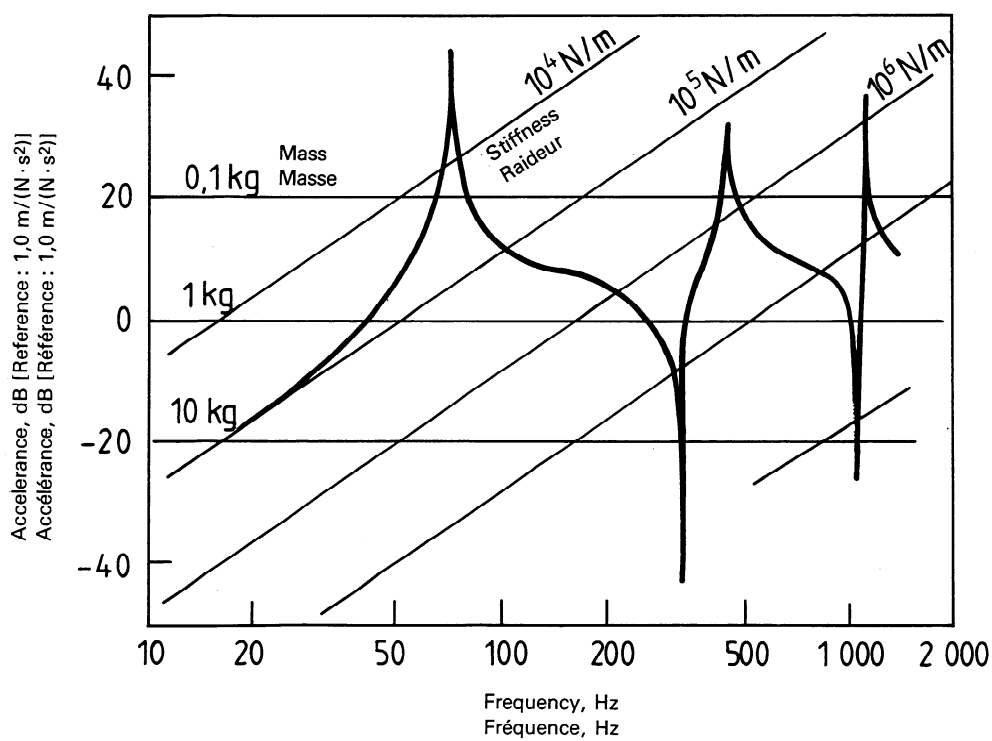


Figure 2 — Accelerance magnitude plot corresponding to the mobility graph plotted in figure 1  
 Figure 2 — Graphique de l'amplitude d'accélération correspondant au graphique de mobilité de la figure 1

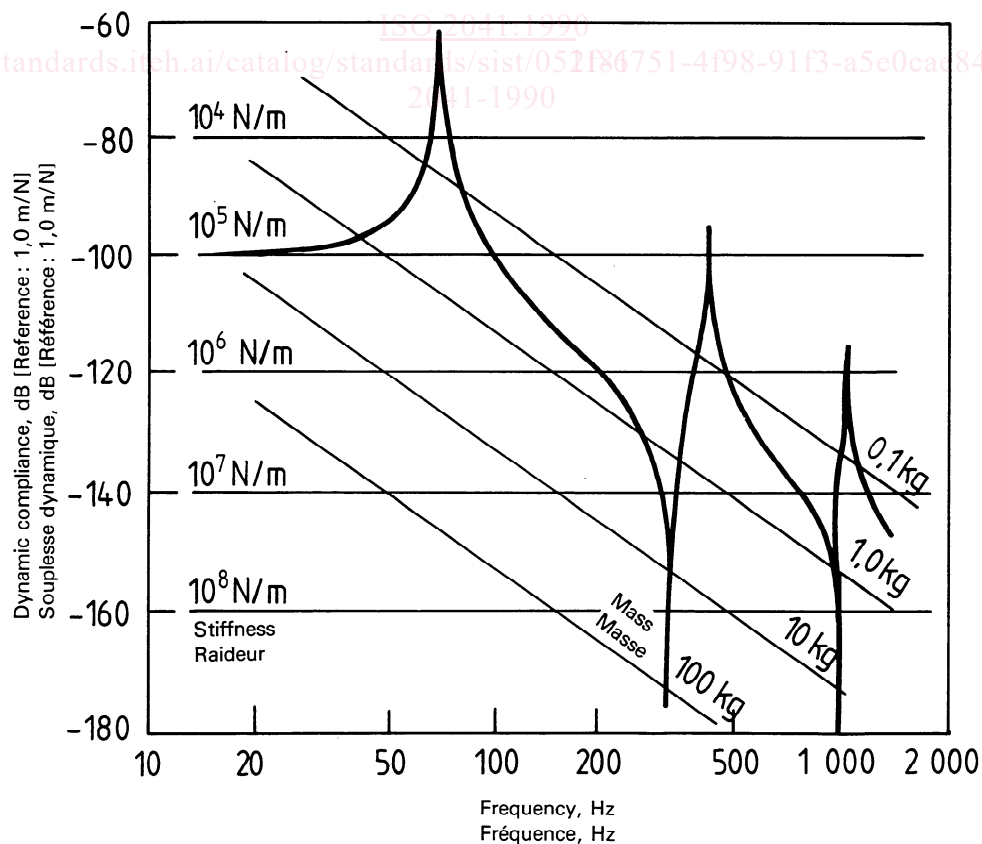


Figure 3 — Dynamic compliance magnitude plot corresponding to the mobility graph plotted in figure 1  
 Figure 3 — Graphique de l'amplitude de souplesse dynamique correspondant au graphique de mobilité de la figure 1

**1.51 direct (mechanical) mobility; driving-point (mechanical) mobility,  $Y_{jj}$ :** The complex ratio of velocity and force taken at the same point in a mechanical system during simple harmonic motion.

#### NOTES

1 Driving-point mobility is the frequency-response function formed by the ratio, in metres per newton second, of the velocity-response phasor at point  $j$  to the excitation force phasor applied at the same point with all other measurement points on the structure allowed to respond freely without any constraints other than those constraints which represent the normal support of the structure in its intended application.

2 The term "point" designates a location and a direction. The term "coordinate" has also been used with the same meaning as "point".

**1.52 frequency-averaged mobility magnitude:** The r.m.s. value of the ratio, in metres per newton second, of the magnitude of the velocity response at point  $i$  to the magnitude of the exciting force at the same point, averaged over specified frequency bands.

**1.53 transfer (mechanical) mobility:** The complex ratio of the velocity, taken at one point in a mechanical system, to the force, taken at another point in the same system, during simple harmonic motion.

NOTE — Transfer mobility is the frequency-response function formed by the ratio, in metres per newton second, of the velocity-response phasor at point  $i$  to the excitation force phasor applied at point  $j$  with all points other than  $j$  allowed to respond freely without any constraints other than those constraints which represent the normal support of the structure in its intended application.

**1.54 dynamic stiffness; dynamic elastic constant; dynamic spring constant,  $k_*$ :**

(1) The ratio of change of force to change of displacement under dynamic conditions.

(2) The complex ratio of force to displacement during simple harmonic motion.

#### NOTES

1 The dynamic stiffness may be dependent upon strain (amplitude and/or spectrum), strain-rate, temperature or other conditions.

2 The dynamic stiffness,  $k_*$ , of a linear translational single-degree-of-freedom system characterized by the equation

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = F$$

where  $F = F_0 e^{i\omega t}$ , is equal to

$$k_* = \frac{F_0}{x_0} = k - m\omega_0^2 + i\omega_0 c$$

In these equations,

- $m$  is the mass;
- $x$  is the displacement;
- $t$  is the time;

**1.51 mobilité (mécanique) directe; mobilité (mécanique) au point d'application,  $Y_{jj}$ :** Rapport complexe d'une vitesse et d'une force mesurées au même point dans un système mécanique pendant un mouvement harmonique simple.

#### NOTES

1 La mobilité du point d'application est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport, en mètres par newton seconde, du vecteur tournant de la réponse en vitesse au point  $j$ , au vecteur tournant de la force d'excitation appliquée au même point, tous les autres points de mesure de la structure pouvant répondre librement sans aucune autre contrainte que celle que représente le support normal de la structure dans l'application prévue pour cette structure.

2 Le terme «point» désigne un emplacement et une direction. Le terme «coordonnée» a également été utilisé avec la même signification que «point».

**1.52 amplitude de la mobilité moyenne en fréquence:** Valeur quadratique moyenne du rapport, en mètres par newton seconde, de l'amplitude de la réponse en vitesse au point  $i$ , à l'amplitude de la force d'excitation au même point, moyennée sur des bandes de fréquences spécifiées.

**1.53 mobilité (mécanique) de transfert:** Rapport complexe de la vitesse prise en un point d'un système mécanique à la force mesurée en un autre point dans le même système pendant un mouvement harmonique simple.

NOTE — La mobilité de transfert est la fonction de réponse en fréquence constituée par le rapport, exprimé en mètres par newton seconde, du vecteur tournant de la réponse en vitesse au point  $i$ , au vecteur tournant de la force d'excitation appliquée au point  $j$ , tous les points autres que  $j$  pouvant répondre librement sans autre contrainte que celle que représente le support normal de la structure dans l'application prévue pour cette structure.

**1.54 raideur dynamique; constante dynamique d'élasticité; constante dynamique du ressort,  $k_*$ :**

(1) Rapport de la variation de force à la variation de déplacement dans des conditions dynamiques.

(2) Rapport complexe de la force au déplacement dans un mouvement harmonique.

#### NOTES

1 La raideur dynamique peut dépendre de l'effort exercé (amplitude et/ou spectre), du taux de contrainte, de la température et d'autres conditions.

2 La raideur dynamique,  $k_*$ , d'un mouvement linéaire en translation à un seul degré de liberté dont l'équation de mouvement est

où  $F = F_0 e^{i\omega t}$ , est égale à

Dans ces équations,

- $m$  est la masse;
- $x$  est le déplacement;
- $t$  est le temps;