

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61373

Première édition
First edition
1999-01

**Applications ferroviaires –
Matériel roulant –
Essais de chocs et vibrations**

**Railway applications –
Rolling stock equipment –
Shock and vibration tests**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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.

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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	12
3 Définitions.....	14
4 Généralités	14
5 Ordre des essais.....	16
6 Informations de référence exigées par le laboratoire d'essai	16
6.1 Méthode de fixation et d'orientation des matériels soumis aux essais	16
6.2 Points de référence et de contrôle	16
6.2.1 Point de fixation	18
6.2.2 Point de contrôle	18
6.2.3 Point de référence.....	18
6.2.4 Point de réponse (points de mesure)	18
6.3 Etat mécanique et fonctionnement pendant l'essai.....	20
6.3.1 Etat mécanique	20
6.3.2 Essais fonctionnels	20
6.3.3 Essais de performances	20
6.4 Reproductibilité des essais de vibrations aléatoires	20
6.4.1 Densité spectrale d'accélération (ASD).....	20
6.4.2 Valeur quadratique moyenne (valeur efficace)	22
6.4.3 Fonction de densité de probabilité (PDF)	22
6.4.4 Durée.....	22
6.5 Tolérances de mesure.....	22
6.6 Conditions de reprise des essais	22
7 Mesures initiales et préconditionnement	22
8 Conditions d'essai de vibrations aléatoires	24
8.1 Sévérité d'essai et gamme de fréquences.....	24
8.2 Durée des essais fonctionnels de vibrations	24
8.3 Fonctionnement pendant les essais.....	24
9 Essais d'endurance simulée à des niveaux de vibrations aléatoires augmentés	26
9.1 Sévérité d'essai et gamme de fréquences.....	26
9.2 Durée des essais de vibrations accélérés	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	13
3 Definitions	15
4 General	15
5 Order of testing	17
6 Reference information required by the test house	17
6.1 Method of mounting and orientation of equipment under test	17
6.2 Reference and control points	17
6.2.1 Fixing point	19
6.2.2 Control point	19
6.2.3 Reference point	19
6.2.4 Response point (measuring points)	19
6.3 Mechanical state and functioning during test	21
6.3.1 Mechanical state	21
6.3.2 Functional tests	21
6.3.3 Performance tests	21
6.4 Reproducibility for random vibration tests	21
6.4.1 Acceleration spectral density (ASD)	21
6.4.2 Root Mean Square Value (r.m.s.)	23
6.4.3 Probability density function (PDF)	23
6.4.4 Duration	23
6.5 Measuring tolerances	23
6.6 Recovery	23
7 Initial measurements and preconditioning	23
8 Random vibration test conditions	25
8.1 Test severity and frequency range	25
8.2 Duration of functional vibration tests	25
8.3 Functioning during test	25
9 Simulated long life testing at increased random vibration levels	27
9.1 Test severity and frequency range	27
9.2 Duration of accelerated vibration tests	27

Articles	Pages
10 Conditions d'essais de chocs.....	26
10.1 Forme d'impulsion et tolérance.....	26
10.2 Variations de vitesse.....	28
10.3 Fixation.....	28
10.4 Taux de répétition.....	28
10.5 Sévérité des essais, forme et direction des impulsions.....	28
10.6 Nombre de chocs.....	28
10.7 Fonctionnement pendant l'essai.....	28
11 Transport et manutention.....	30
12 Mesures finales.....	30
13 Critères d'acceptation.....	30
14 Rapport.....	30
15 Attestation d'essai.....	32
16 Remise à disposition.....	32
Annexe A (informative) Commentaire à propos des mesures de service, des positions de mesure, des méthodes d'acquisition des données en service, du relevé des données en service et des méthodes utilisées pour obtenir des niveaux d'essais aléatoires à partir des données en service acquises.....	46
Annexe B (informative) Guide pour déterminer les niveaux de conception à partir des données d'essai de vibrations aléatoires.....	60
Annexe C (informative) Figure identifiant l'emplacement général du matériel sur les véhicules ferroviaires et la catégorie d'essai qui en résulte.....	74
Annexe D (informative) Exemple d'une attestation d'essai de type.....	76

Clause	Page
10 Shock testing conditions.....	27
10.1 Pulse shape and tolerance	27
10.2 Velocity changes	29
10.3 Mounting.....	29
10.4 Repetition rate	29
10.5 Test severity, pulse shape and direction	29
10.6 Number of shocks	29
10.7 Functioning during test.....	29
11 Transportation and handling	31
12 Final measurements.....	31
13 Acceptance criteria.....	31
14 Report.....	31
15 Attestation of testing	33
16 Disposal.....	33
Annex A (informative) Explanation of service measurements, measuring positions, methods of recording service data, summary of service data, and method used to obtain random test levels from acquired service data.....	47
Annex B (informative) Guidance for deriving design levels from random vibration test data	61
Annex C (informative) Figure identifying general location of equipment on railway vehicles and their resulting test category	75
Annex D (informative) Example of type test attestation	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – ESSAIS DE CHOCS ET VIBRATIONS

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61373 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/475/FDIS	9/509/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A, B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

—————

**RAILWAY APPLICATIONS –
ROLLING STOCK EQUIPMENT –
SHOCK AND VIBRATION TESTS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61373 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
9/475/FDIS	9/509/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annexes A, B, C and D are for information only.

INTRODUCTION

La présente norme couvre les prescriptions d'essai en vibrations aléatoires et aux chocs des matériels/composants mécaniques, pneumatiques, électriques et électroniques (désignés ci-après matériel) destinés à être montés sur les véhicules ferroviaires. La méthode utilisant les vibrations aléatoires est la seule méthode à utiliser pour l'agrément des matériels/composants.

Les essais contenus dans la présente norme sont spécialement destinés à démontrer l'aptitude des matériels soumis aux essais à résister au type de conditions de vibrations environnementales auxquelles les véhicules ferroviaires sont normalement exposés. Pour obtenir la meilleure représentation possible, les valeurs indiquées dans la présente norme proviennent de mesures en service réel fournies par différents organismes dans le monde.

La présente norme n'est pas destinée à couvrir les vibrations induites par les équipements eux-mêmes dans la mesure où celles-ci seront spécifiques à des applications particulières.

Le jugement de l'ingénieur et une expérience technique sont nécessaires pour l'utilisation et l'interprétation de la présente norme.

La présente norme est adaptée pour la conception et la validation; cependant, cela n'exclut pas l'utilisation d'autres outils de développement (comme le balayage sinusoïdal), qui peuvent être utilisés pour assurer un degré prédéterminé de confiance mécanique et fonctionnelle. Un guide est donné en annexe B pour aider à la conception de produits en conformité à la présente norme; il permet une comparaison avec d'autres méthodes de conception.

Les niveaux d'essai à appliquer aux éléments soumis aux essais dépendent seulement de leur emplacement sur le train (c'est-à-dire fixés sur essieu, sur bogie ou sur caisse).

Il convient de noter que ces essais peuvent être effectués sur des prototypes afin d'acquérir des informations pour la conception concernant les performances du produit soumis à des vibrations aléatoires. Cependant, pour l'attestation d'essai, les essais sont à effectuer sur du matériel prélevé dans la production normale.

INTRODUCTION

This standard covers the requirements for random vibration and shock testing items of mechanical, pneumatic, electrical and electronic equipment/components (hereafter only referred to as equipment) to be fitted on to railway vehicles. Random vibration is the only method to be used for equipment/component approval.

The tests contained within this standard are specifically aimed at demonstrating the ability of the equipment under test to withstand the type of environmental vibration conditions normally expected for railway vehicles. In order to achieve the best representation possible, the values quoted in this standard have been derived from actual service measurements submitted by various bodies from around the world.

This standard is not intended to cover self-induced vibrations as these will be specific to particular applications.

Engineering judgement and experience is required in the execution and interpretation of this standard.

This standard is suitable for design and validation purposes; however, it does not exclude the use of other development tools (such as sine sweep), which may be used to ensure a predetermined degree of mechanical and operational confidence. To assist product design for compliance with this standard, guidance is given in annex B which allows comparison with alternative design methods.

The test levels to be applied to the item under test are dictated only by its location on the train (i.e. axle, bogie or body-mounted).

It should be noted that these tests may be performed on prototypes in order to gain design information about the product performance under random vibration. However, for attestation of testing purposes the tests have to be carried out on equipment taken from normal production.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT – ESSAIS DE CHOCS ET VIBRATIONS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les prescriptions d'essai des matériels destinés à être utilisés sur les véhicules ferroviaires soumis à des vibrations et à des chocs dus à la nature de l'environnement d'exploitation ferroviaire. Pour s'assurer que la qualité d'un élément est acceptable, celui-ci doit résister à des essais d'une durée raisonnable qui simulent les conditions de service auxquelles il est exposé tout au long de sa vie.

On peut réaliser des essais de durée de vie de différentes façons, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients, les plus communes étant:

- a) l'amplification: avec augmentation des amplitudes et réduction de la durée;
- b) la compression du temps: avec maintien de l'historique d'amplitude et réduction de la durée (accroissement de la fréquence);
- c) la décimation: suppression de tranches des données historiques lorsque les amplitudes sont inférieures à une valeur de seuil spécifiée.

La méthode par amplification indiquée en a) ci-dessus est utilisée dans la présente norme et avec les publications référencées à l'article 2; elle définit les procédures d'essai à suivre par défaut pour les essais de vibrations sur les véhicules ferroviaires. Cependant, d'autres normes existent et peuvent être utilisées avec accord préalable entre le constructeur et le client. Dans de tels cas, la délivrance d'une attestation d'essai sur la base de la présente norme ne s'appliquera pas. Si des informations de service réel sont disponibles, une comparaison avec la présente norme peut être effectuée en utilisant la méthode présentée à l'annexe A.

Bien que la présente norme concerne en premier lieu les véhicules ferroviaires sur réseaux ferrés fixes, une utilisation plus large de celle-ci n'est pas interdite. Pour les systèmes sur pneus ou d'autres systèmes de transport comme les trolleybus, pour lesquels les niveaux de choc et de vibration diffèrent nettement de ceux obtenus sur les systèmes à rails fixes, le fournisseur et le client peuvent s'entendre sur les niveaux d'essai au moment de l'appel d'offre. Il est recommandé de déterminer les spectres de fréquence et la durée/l'amplitude des chocs en utilisant les instructions données à l'annexe A. Les éléments soumis aux essais à des niveaux différents de ceux indiqués dans la présente norme ne peuvent pas être certifiés en utilisant les prescriptions de la présente norme.

On peut prendre l'exemple des trolleybus dont les matériels fixés sur caisse pourraient être soumis à des essais comme le matériel de catégorie 1 indiqué dans la norme.

La présente norme s'applique aux essais en mono-axial. Les essais multi-axiaux ne font pas partie du domaine d'application de la présente norme.

Les valeurs d'essai indiquées dans la présente norme sont divisées en trois catégories selon l'emplacement du matériel dans le véhicule.

Catégorie 1 Montage sur caisse

Classe A Compartiments, sous-ensembles, matériels et composants fixés directement sur ou sous la caisse du véhicule.

Classe B Tout élément fixé à l'intérieur d'un boîtier de matériel lui-même fixé directement sur ou sous la caisse du véhicule.

NOTE – Il convient d'utiliser la classe B lorsqu'on ne sait pas clairement où le matériel est installé.

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK EQUIPMENT – SHOCK AND VIBRATION TESTS

1 Scope

This International Standard specifies the requirements for testing items of equipment intended for use on railway vehicles which are subsequently subjected to vibrations and shock owing to the nature of railway operational environment. To gain assurance that the quality of the item is acceptable, it has to withstand tests of reasonable duration that simulate the service conditions seen throughout its expected life.

Simulated long-life testing can be achieved in a number of ways each having their associated advantages and disadvantages, the following being the most common:

- a) amplification: where the amplitudes are increased and the time base decreased;
- b) time compression: where the amplitude history is retained and the time base is decreased;
- c) decimation: where time slices of the historical data are removed when the amplitudes are below a specified threshold value.

The amplification method as stated in a) above, is used in this standard and together with the publications referred to in clause 2; it defines the default test procedure to be followed when vibration testing items for use on railway vehicles. However, other standards do exist and may be used with prior agreement between the manufacturer and the customer. In such cases attestation of testing against this standard will not apply. Where service information is available comparison with the standard can be performed using the method outlined in annex A.

Whilst this standard is primarily concerned with railway vehicles on fixed rail systems, its wider use is not precluded. For systems operating on pneumatic tyres, or other transportation systems such as trolleybuses, where the level of shock and vibration clearly differ from those obtained on fixed rail systems, the supplier and customer can agree at the tender stage, the test levels. It is recommended that the frequency spectra and the shock duration/amplitude be determined using the guidelines set out in annex A. Items tested at levels outside those quoted in this standard can not be certified against the requirements of this standard.

An example of this is trolleybuses, whereby body-mounted trolleybus equipment could be tested in accordance with category 1 equipment referred to in the standard.

This standard applies to single axis testing. Multi-axis testing is outside the scope of this standard.

The test values quoted in this standard have been divided into three categories dependent only upon the equipment's location within the vehicle.

Category 1 Body mounted

Class A Cubicles, subassemblies, equipment and components mounted directly on or under the car body.

Class B Anything mounted inside an equipment case which is in turn mounted directly on or under the car body.

NOTE – Class B should be used when it is not clear where the equipment is to be located.

Catégorie 2 Montage sur bogie

Compartiments, sous-ensembles, matériel et composants qui doivent être fixés sur le bogie d'un véhicule ferroviaire.

Catégorie 3 Montage sur essieu

Sous-ensembles, matériels et composants ou ensembles qui doivent être fixés sur l'essieu monté d'un véhicule ferroviaire.

NOTE – Dans le cas d'un matériel fixé sur des véhicules n'ayant qu'un étage de suspension comme les wagons et les wagonnets, sauf accord contraire au moment de l'appel d'offre, le matériel fixé sur essieu sera soumis aux essais de la catégorie 3 et tous les autres matériels seront soumis aux essais de la catégorie 2.

Le coût des essais varie en fonction du poids, de la forme et de la complexité de l'élément soumis à l'essai. C'est pourquoi le fournisseur peut proposer, au moment de l'appel d'offre, une méthode d'un meilleur rapport qualité prix pour démontrer la conformité aux prescriptions de la présente norme. Si l'on s'est mis d'accord sur d'autres méthodes, il sera de la responsabilité du fournisseur de démontrer au client ou à son représentant que l'objectif de la présente norme est atteint. S'il y a eu accord sur une méthode alternative d'évaluation, alors l'élément soumis à l'essai ne peut pas être certifié selon les prescriptions de la présente norme.

La présente norme est destinée à évaluer le matériel monté sur la structure principale du véhicule (et/ou les composants fixés sur celle-ci). Elle n'est pas prévue pour les essais des matériels qui font partie de la structure principale. Dans certains cas, des essais de vibrations complémentaires ou spéciaux peuvent être exigés par le client, par exemple:

- a) matériels fixés sur ou reliés à des éléments qui sont connus pour produire une excitation à fréquence fixe;
- b) matériels tel les moteurs de traction, les pantographes, les frotteurs, les composants de suspension et les parties mécaniques conçus pour transmettre des forces et/ou des couples qui peuvent être soumis aux essais selon leurs propres prescriptions particulières, applicables à leur utilisation sur les véhicules ferroviaires. Dans tous ces cas, il est recommandé que les essais effectués soient traités par accord séparé au moment de l'appel d'offre;
- c) matériels destinés à être utilisés dans des environnements de service spéciaux comme spécifié par le client.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-47:1982, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Fixation des composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Ed), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide*

CEI 60068-2-64:1993, *Essais d'environnement – Partie 2: Méthodes d'essai, essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande (asservissement numérique) et guide*

Category 2 Bogie mounted

Cubicles, subassemblies, equipment and components which are to be mounted on the bogie of a railway vehicle.

Category 3 Axle mounted

Subassemblies, equipment and components or assemblies which are to be mounted on the wheelset assembly of a railway vehicle.

NOTE – In the case of equipment mounted on vehicles with one level of suspension such as wagons and trucks, unless otherwise agreed at the tender stage, axle mounted equipment will be tested as category 3, and all other equipment will be tested as category 2.

The cost of testing is influenced by the weight, shape and complexity of the item under test. Consequently at the tender stage the supplier may propose a more cost effective method of demonstrating compliance with the requirements of this standard. Where alternative methods are agreed it will be the responsibility of the supplier to demonstrate to his customer or his representative that the objective of this standard has been met. If an alternative method of evaluation is agreed, then the item tested cannot be certified against the requirement of this standard.

This standard is intended to evaluate equipment which is attached to the main structure of the vehicle (and/or components mounted thereon). It is not intended to test equipment which forms part of the main structure. There are a number of cases where additional or special vibration tests may be requested by the customer, for example:

- a) equipment mounted on, or linked to, items which are known to produce fixed frequency excitation;
- b) equipment such as traction motors, pantographs, shoe gear, suspension components and mechanical parts designed to transmit forces and/or torque, which may be subjected to tests in accordance with their special requirements, applicable to their use on railway vehicles. In all such cases the tests carried out should be dealt with by separate agreement at the tender stage;
- c) equipment intended for use in special operational environments as specified by the customer.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-47:1982, *Basic environmental testing – Part 2: Tests – Mounting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb) vibration (Fc and Fd) and steady state acceleration (Ga) and guidance*

IEC 60068-2-64:1993, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Test Fh: Vibration, broadband random (digital control) and guidance*