



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 2-86: Tests – Test Fx: Vibration – Multi-exciter and multi-axis method**

**Essais d'environnement –
Partie 2-86: Essais – Essai Fx: Vibrations – Méthode par excitateurs multiples et axes multiples**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-8242-7

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Background	9
4.1 General	9
4.2 Multi-axis and/or multi-exciter testing to achieve an improved distribution of dynamic responses	9
4.3 Multi-exciter testing for large equipment	10
4.4 Multi-axis testing for reliability growth	10
4.5 Multi-axis testing to reduce test durations	10
5 Test apparatus and control strategy	11
6 Test severities and tolerances	11
6.1 Test severities	11
6.2 Tolerances	11
6.3 Excitations outside the specified test frequency range	11
6.4 Cross-axis motions	12
7 Mounting of specimen and installation of measurement systems	12
8 Precursor testing	13
9 Vibration response investigation	13
10 Pre-conditioning	13
11 Initial measurement and functional performance test	14
12 Low level excitation for equalisation prior to testing	14
13 Testing	14
14 Intermediate measurement and functional performance	14
15 Recovery	14
16 Final measurement and functional performance and vibration response investigation	15
17 Test verification	15
18 Information to be specified in the relevant specification	15
19 Information to be given in the test report	16
Annex A (informative) Guidance on multi-axis and multi-exciter test control systems	18
A.1 General	18
A.2 Multi-exciter control strategies	18
A.3 Determined and over determined control strategies	19
A.4 Quantifying the inter-relationship between exciters for vibration testing	20
A.5 Quantifying the inter-relationship between exciters for time history replication testing	21
Annex B (informative) Additional testing guidance	23
B.1 Fixing, monitor, control and reference points	23
B.2 Control equalisation	23
B.3 Cross-axis motion, signal distortion and out of test frequency range responses	24
B.4 Precursor testing	25
B.5 Vibration response investigation	25

B.6	Temperature conditioning and stabilization	25
B.7	Performance evaluation	26
B.8	Verification of test procedure	26
Annex C (informative)	Guidance on the application of multi-axis / multi-vibrator tests	28
C.1	General.....	28
C.2	Advice on using multi-exciter systems for the testing of large specimens	28
C.2.1	General	28
C.2.2	Data measurements.....	28
C.2.3	Multi-exciter test fixture	28
C.2.4	Test control	29
C.2.5	Testing	29
C.3	Advice on using multi-axis systems for multi-degree of freedom testing	29
C.3.1	General	29
C.3.2	Data measurements.....	30
C.3.3	Multi-exciter test fixture	30
C.3.4	Test control	30
C.3.5	Testing	30
C.4	Advice on using multiple shakers attached directly to the specimen via flexible couplings	31
C.4.1	General	31
C.4.2	Data measurements.....	31
C.4.3	Multi-exciter test fixture	32
C.4.4	Test control	33
C.4.5	Interrelationship in testing.....	34
Annex D (informative)	Guidance on the use of measured data for multi-axis/multi-vibrator tests.....	35
D.1	General.....	35
D.2	Use of measured data to derive test severities.....	35
Annex E (informative)	Guidance on the selection of test tolerances	37
E.1	General.....	37
E.2	Test tolerances associated with measured data	37
E.3	Test tolerances applicable to different parameters	37
Bibliography.....		39
Figure A.1	– Power Spectral Density (PSD) and Cross-Spectral Density (CSD) for a two exciter system	20
Figure A.2	– Power Spectral Density (PSD) and Cross-Spectral Density (CSD) for a six exciter system.....	20
Figure C.1	– Examples of spherical bearings	33
Table E.1	– Test tolerances applicable to different parameters	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

**Part 2-86: Tests – Test Fx: Vibration –
Multi-exciter and multi-axis method**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60068-2-86 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
104/1035/FDIS	104/1043/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 60068 series, published under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-86: Tests – Test Fx: Vibration – Multi-exciter and multi-axis method

1 Scope

This document provides a test procedure for use with multi-exciter and multi-axis vibration test systems. The vibration test is intended for general application to components, equipment, and other products, hereinafter referred to as "specimens", subjected to dynamic environments that could arise during an equipment life cycle. Although this document is mainly intended for vibration testing, the procedure is also applied to certain types of shock and transient tests.

The test procedure set out in this document is applicable where a specimen is required to demonstrate its adequacy to resist specified vibration, shock and transient conditions, without unacceptable degradation of functional or structural performance. The test procedure has significant similarity to test procedures of other IEC 60068-2 documents and encompasses the same range of vibration and shock excitation types.

This document is applicable to specimens subjected to vibration, shock and transient conditions resulting from transportation and/or operational environments, for example in aircraft, space vehicles and land vehicles. It is primarily intended for unpackaged specimens. It is applicable to specimens in their transportation container when the latter are considered as part of the specimen itself.

The test method and associated techniques addressed within this document are primarily intended for use with multiple electrodynamic or servo-hydraulic vibration generators along with an associated computer-based digital control system to control of the specimen excitations.

This document encompasses two testing approaches, commonly referred to as multi-exciter single-axis (MESA), and multi-exciter multi-axis (MEMA). These are:

- a) Utilising fixed base shakers either in a single axis or a selected combination of fixed X, Y, Z configurations, also allowing for rotations dependent upon fixture coupling design.
- b) Utilising multiple shakers attached directly to the specimen via flexible couplings or similar methods. Here the shakers are attached at any point and in any direction on the specimen. This approach is quite similar to that used for modal testing, but using environmental test severities.

It is emphasised that MESA and MEMA testing currently requires a high degree of engineering judgement and relevant experience, and both test specifier and tester are fully aware of this fact. Generally, MESA and MEMA testing requires greater resources to set up an appropriate test, but potentially provides a more accurate outcome.

For the purpose of this document, the creator of the relevant testing specification, the test specifier, is expected to select the procedure and the values of severity appropriate to the specimen and its use. Precursor testing is included within the procedure of this document, as an option, to permit the test specifier to establish the practicality of the test specification and severities with the specimen. A separate specimen is usually provisioned for such precursor testing.

The existing single axis, single vibrator test procedures within the IEC 60068-2 series can be used with a wide range of different excitations, such as broad band random, random on random, sine on random, swept sine, shock, and long-time history replication. Theoretically these different forms of excitations, can also be applied using multi-axis and multi-exciter methods. However, suitable techniques and commercially available test control software, for some of these types of testing, are not necessarily currently commonly available. For this reason, the procedure of this document is currently primarily intended for broad band random and time history replication as facilities to undertake these types of tests are commonly available. With that said, the procedure of this document may be adapted, by the user, for other forms of excitation and advice is provided.

Traditionally, vibration, shock and transient test severities are specified using acceleration as the control parameter. However, this is not an essential pre-requisite of the procedure within this document. For the purpose of this document, vibration, shock and transient test severities are specified by the user and may be in the form of acceleration, velocity, displacement, or force. The need to include different control parameters within this document arises because there is a greater likelihood when using multi-exciter testing to specify mixed parameters for control purposes. In which case the vibration, shock and transient waveforms applied to the specimen will be controlled based upon the feedback from transducers measuring the appropriate parameter.

Although primarily intended for electrotechnical specimens, this document is not restricted to them and may be used in other fields where desired.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration, (Sinusoidal)*

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

IEC 60068-2-57, *Environmental testing - Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration – Time-history and sine-beat method*

IEC 60068-2-64, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-2-80, *Environmental testing – Part 2-80: Tests – Test Fi: Vibration – Mixed mode*

IEC 60068-2-85, *Environmental testing – Part 2-85: Tests – Test Fj: Vibration – Long time history replication*

ISO 2041, *Mechanical vibration, shock and condition monitoring – Vocabulary*

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	42
1 Domaine d'application	44
2 Références normatives	45
3 Termes et définitions	46
4 Contexte	47
4.1 Généralités	47
4.2 Recours aux essais à axes multiples et/ou à excitateurs multiples pour améliorer la répartition des réponses dynamiques	48
4.3 Recours aux essais à excitateurs multiples pour les matériels volumineux	49
4.4 Recours aux essais à axes multiples pour la croissance de la fiabilité	49
4.5 Recours aux essais à axes multiples pour réduire la durée des essais	49
5 Appareillage d'essai et stratégie de pilotage	50
6 Sévérités d'essai et tolérances	50
6.1 Sévérités d'essai	50
6.2 Tolérances	50
6.3 Excitations en dehors de la plage de fréquences d'essai spécifiée	51
6.4 Mouvements transversaux	51
7 Montage du spécimen et installation des systèmes de mesure	52
8 Essais préliminaires	52
9 Recherche et étude des fréquences critiques	53
10 Préconditionnement	53
11 Mesures initiales et essai de performance de fonctionnement	53
12 Faible excitation pour l'égalisation avant les essais	53
13 Essais	53
14 Mesure intermédiaire et essai de performance de fonctionnement	54
15 Reprise	54
16 Mesure finale, essai de performance de fonctionnement et recherche et étude des fréquences critiques	54
17 Vérification de l'essai	54
18 Renseignements à spécifier dans la spécification pertinente	55
19 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai	55
Annexe A (informative) Recommandations pour les systèmes de pilotage d'essai à excitateurs multiples/à axes multiples	57
A.1 Généralités	57
A.2 Stratégies de pilotage à excitateurs multiples	57
A.3 Stratégies de pilotage dimensionnée et surdimensionnée	59
A.4 Quantification de l'interrelation entre les excitateurs pour les essais de vibrations	59
A.5 Quantification de l'interrelation entre les excitateurs pour les essais de reproduction des vibrations par accélérogrammes	61
Annexe B (informative) Recommandations supplémentaires pour les essais	63
B.1 Points de fixation, de surveillance, de pilotage et de référence	63
B.2 Égalisation du pilotage	63
B.3 Mouvements transversaux, distorsion des signaux et réponses en dehors de la plage de fréquences d'essai	64
B.4 Essais préliminaires	65

B.5	Recherche et étude des fréquences critiques	65
B.6	Conditionnement en température et stabilisation thermique	66
B.7	Évaluation des performances	66
B.8	Vérification de la procédure d'essai.....	67
Annexe C (informative) Recommandations pour l'application des essais à axes multiples/à excitateurs multiples		68
C.1	Généralités	68
C.2	Conseils concernant l'utilisation de systèmes à excitateurs multiples pour les essais de spécimens volumineux	68
C.2.1	Généralités	68
C.2.2	Mesures des données	68
C.2.3	Bâti de fixation à excitateurs multiples	69
C.2.4	Pilotage d'essai	69
C.2.5	Essais	69
C.3	Conseils concernant l'utilisation de systèmes à axes multiples pour les essais selon plusieurs degrés de liberté.....	69
C.3.1	Généralités	69
C.3.2	Mesures des données	70
C.3.3	Bâti de fixation à excitateurs multiples	70
C.3.4	Pilotage d'essai	71
C.3.5	Essais	71
C.4	Conseils concernant l'utilisation de plusieurs excitateurs fixés directement au spécimen par des accouplements souples.....	71
C.4.1	Généralités	71
C.4.2	Mesures des données	72
C.4.3	Bâti de fixation à excitateurs multiples	72
C.4.4	Pilotage d'essai	74
C.4.5	Interrelation lors des essais	74
Annexe D (informative) Recommandations pour l'utilisation des données mesurées lors d'essais à axes multiples/à excitateurs multiples		75
D.1	Généralités	75
D.2	Utilisation des données mesurées pour déduire les sévérités d'essai	75
Annexe E (informative) Recommandations pour le choix des tolérances d'essai		77
E.1	Généralités	77
E.2	Tolérances d'essai associées aux données mesurées	77
E.3	Tolérances d'essai applicables aux différents paramètres	78
Bibliographie.....		79
Figure A.1 – Densité spectrale de puissance (PSD) et densité spectrale croisée (CSD) pour un système à deux excitateurs		60
Figure A.2 – Densité spectrale de puissance (PSD) et densité spectrale croisée (CSD) pour un système à six excitateurs		60
Figure C.1 – Exemples de roulements sphériques.....		73
Tableau E.1 – Tolérances d'essai applicables aux différents paramètres		78

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-86: Essais – Essai Fx: Vibrations – Méthode par excitateurs multiples et axes multiples

AVANT PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60068-2-86 a été établie par le comité d'études 104 de l'IEC: Conditions, classification et essais d'environnement. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
104/1035/FDIS	104/1043/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.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-86: Essais – Essai Fx: Vibrations – Méthode par excitateurs multiples et axes multiples

1 Domaine d'application

Le présent document fournit une procédure d'essai à utiliser avec les systèmes d'essai de vibrations à excitateurs multiples/à axes multiples. Ces essais de vibrations sont destinés à une application générale pour les composants, matériels et autres produits, dénommés ci-après "spécimens", soumis à des sollicitations dynamiques susceptibles de se produire au cours de leur cycle de vie. Même si le présent document est essentiellement destiné aux essais de vibrations, la procédure est également appliquée à certains types d'essais de chocs et de conditions transitoires.

La procédure d'essai décrite dans le présent document s'applique lorsque la capacité d'un spécimen à supporter les vibrations, les chocs et les conditions transitoires spécifiés, sans dégradation inacceptable de ses performances fonctionnelles ou structurelles, doit être démontrée. La procédure d'essai présente d'importantes similitudes avec les procédures d'essai décrites dans les autres documents de la série IEC 60068-2 et couvre la même plage de types d'excitations induites par les vibrations et chocs.

Le présent document s'applique aux spécimens soumis à des vibrations, des chocs et des conditions transitoires dues au transport et/ou à leurs environnements de fonctionnement, par exemple à bord d'avions, de véhicules spatiaux ou de véhicules terrestres. Il est destiné en premier lieu aux spécimens non emballés. Il s'applique aux spécimens placés dans leur emballage de transport lorsque ce dernier est considéré comme faisant partie du spécimen lui-même.

La méthode d'essai et les techniques associées traitées dans le présent document sont principalement destinées à être utilisées avec plusieurs excitateurs électrodynamiques ou servohydrauliques, ainsi qu'avec un système de pilotage numérique associé pour piloter les excitations appliquées sur le spécimen.

Le présent document décrit deux approches d'essai, couramment appelées "excitateurs multiples/axe unique" (MESA, *Multi-Exciter Single-Axis*) et "excitateurs multiples/axes multiples" (MEMA, *Multi-Exciter Multi-Axis*). Ces approches:

- a) utilisent des excitateurs à base fixe soit dans un seul axe, soit dans une combinaison choisie de configurations X, Y, Z fixes, qui permettent également d'effectuer des rotations en fonction du type d'accouplement du bâti;
- b) utilisent plusieurs excitateurs fixés directement au spécimen par des accouplements souples ou des méthodes analogues. Dans ce cas, les excitateurs sont fixés en tout point et dans n'importe quelle direction sur le spécimen. Cette approche est relativement similaire à celle utilisée pour les essais modaux, mais elle utilise des sévérités d'essai d'environnement.

L'attention est attirée sur le fait que les essais MESA et MEMA exigent actuellement un niveau élevé de jugement technique et d'expérience associée, et le spécificateur d'essai et le technicien d'essai sont pleinement conscients de ce fait. En général, les essais MESA et MEMA exigent des ressources plus importantes pour mettre en œuvre un essai approprié, mais fournissent potentiellement des résultats plus exacts.

Pour les besoins du présent document, l'auteur de la spécification d'essai pertinente (le spécificateur d'essai) est présumé choisir la procédure et les valeurs de sévérité appropriées au spécimen et à son utilisation. La procédure du présent document inclut des essais préliminaires (facultatifs) pour permettre au spécificateur d'essai d'établir la pertinence de la spécification d'essai et les sévérités d'essai applicables au spécimen. Un spécimen distinct est généralement fourni pour ces essais préliminaires.

Les procédures d'essai avec un seul excitateur et dans un seul axe actuellement utilisées dans la série IEC 60068-2 peuvent être mises en œuvre pour une large gamme d'excitations de différents types, comme les excitations aléatoires à large bande, les excitations aléatoires sur aléatoires, les excitations sinusoïdales sur aléatoires, le balayage d'excitations sinusoïdales, les chocs et les essais de reproduction des excitations par accélérogrammes. En théorie, ces différents types d'excitations peuvent également être appliqués selon les méthodes à excitateurs multiples et axes multiples. Toutefois, les techniques appropriées et les logiciels de pilotage d'essai disponibles dans le commerce, pour certains de ces types d'essais, ne sont pas forcément facilement accessibles actuellement. Pour cette raison, la procédure du présent document est actuellement destinée en premier lieu aux essais des excitations aléatoires à large bande et aux essais de reproduction des excitations par accélérogrammes, car les installations permettant d'effectuer ces types d'essais sont couramment disponibles. L'utilisateur peut néanmoins adapter la procédure du présent document pour d'autres types d'excitations; des conseils sont fournis dans ce cas.

Généralement, les sévérités associées aux essais de vibrations, de chocs et de transitoires sont spécifiées en utilisant l'accélération comme paramètre de pilotage. Toutefois, cet élément ne constitue pas une condition préalable essentielle pour la procédure du présent document. Pour les besoins du présent document, les sévérités des essais de vibrations, de chocs et de transitoires sont spécifiées par le fabricant, et peuvent l'être en fonction de différents paramètres (accélération, vitesse, déplacement ou force). La nécessité d'inclure différents paramètres de pilotage dans le présent document tient au fait qu'il est plus probable de spécifier des paramètres mixtes pour les besoins du pilotage, dans le cadre d'essais à excitateurs multiples. Dans ce cas, les formes d'onde des vibrations, des chocs et des transitoires appliquées au spécimen sont pilotées en fonction des données relevées par les transducteurs de mesure du paramètre approprié.

Même s'il est destiné en premier lieu à des spécimens électrotechniques, le présent document ne s'applique pas exclusivement à ces derniers et peut être utilisé dans d'autres domaines, s'il y a lieu.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

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

IEC 60068-2-57, *Essais d'environnement – Partie 2-57: Essais – Essai Ff: Vibrations – Méthode par accélérogrammes et sinusoïdes modulées*

IEC 60068-2-64, *Essais d'environnement – Partie 2-64: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande et guide*

IEC 60068-2-80, *Essais d'environnement – Partie 2-80: Essais – Essai Fi: Vibrations – Mode mixte*

IEC 60068-2-85, *Essais d'environnement – Partie 2-85: Essais – Essai Fj: Vibrations – Reproduction dans le temps par accélérogrammes*

ISO 2041, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance – Vocabulaire*