

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60300-3-11**

Première édition  
First edition  
1999-03

---

---

**Gestion de la sûreté de fonctionnement –**

**Partie 3-11:  
Guide d'application –  
Maintenance basée sur la fiabilité**

**Dependability management –**

**Part 3-11:  
Application guide –  
Reliability centred maintenance**

© 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 photo-copie 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](mailto:inmail@iec.ch)

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**XA**

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	6
INTRODUCTION .....	8
 Articles	
1 Domaine d'application .....	12
2 Références normatives.....	12
3 Définitions et abréviations .....	14
3.1 Définitions.....	14
3.2 Abréviations.....	22
4 Approche du programme de maintenance.....	24
4.1 Généralités .....	24
4.2 Objectifs du programme de maintenance.....	26
4.3 Méthode d'élaboration de programmes de maintenance préventive basée sur la MBF .....	26
4.4 Contenu du programme de maintenance .....	26
5 Programme de maintenance préventive basé sur la MBF – Equipements .....	28
5.1 Généralités .....	28
5.1.1 Recueil des informations .....	30
5.1.2 Analyse du système .....	34
5.1.3 Identification des éléments prépondérants de maintenance (EPM) .....	36
5.2 Analyse des défaillances des éléments prépondérants de maintenance .....	38
5.3 Détermination des tâches de maintenance (analyse par arbre logique de décision) .....	38
5.3.1 Généralités .....	38
5.3.2 Niveaux d'analyse .....	40
5.3.3 Analyse de premier niveau (détermination des effets) .....	40
5.3.4 Second niveau d'analyse (catégories d'effets).....	40
5.3.5 Détermination des tâches .....	50
5.3.6 Fréquences/périodicités des tâches.....	54
5.4 Programme de maintenance.....	56
5.4.1 Programme de maintenance initial.....	56
5.4.2 Programme de maintenance en exploitation.....	56
5.4.3 Documentation .....	56
5.4.4 Programmes d'exploration du vieillissement.....	56
5.5 Programme d'inspection de zones .....	58

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
INTRODUCTION .....	9
Clause	
1 Scope .....	13
2 Normative references .....	13
3 Definitions and abbreviations .....	15
3.1 Definitions .....	15
3.2 Abbreviations .....	23
4 Maintenance programme approach .....	25
4.1 General .....	25
4.2 Maintenance programme objectives .....	27
4.3 Method for development of preventive maintenance programmes based on RCM... ..	27
4.4 Maintenance programme content .....	27
5 RCM based preventive maintenance programme – Equipment .....	29
5.1 General .....	29
5.1.1 Information collection .....	31
5.1.2 System analysis .....	35
5.1.3 Identification of functionally significant items (FSIs) .....	37
5.2 Functionally significant item failure analysis .....	39
5.3 Maintenance task selection (decision logic tree analysis) .....	39
5.3.1 General .....	39
5.3.2 Levels of analysis .....	41
5.3.3 First level analysis (determination of effects) .....	41
5.3.4 Second level analysis (effects categories) .....	41
5.3.5 Task determination .....	51
5.3.6 Task frequencies/intervals .....	55
5.4 Maintenance programme .....	57
5.4.1 Initial maintenance programme .....	57
5.4.2 In-service maintenance programme .....	57
5.4.3 Documentation .....	57
5.4.4 Age exploration programmes .....	57
5.5 Zonal inspection programme .....	59

Annexe A (normative) Développement du programme de maintenance – Structures.....	60
A.1 Généralités .....	60
A.2 Structures .....	60
A.3 Eléments de structure à vie sûre .....	62
A.4 Eléments structuraux tolérants aux dommages .....	62
A.5 Sources de dommages.....	64
A.6 Développement du programme de maintenance des structures.....	64
A.6.1 Généralités .....	64
A.6.2 Développement du programme de maintenance des structures .....	66
A.7 Systèmes de classification des éléments prépondérants de structure.....	72
A.7.1 Généralités .....	72
A.7.2 Classification des dommages accidentels.....	72
A.7.3 Classification de la détérioration due à l'environnement.....	74
A.7.4 Classification des dommages dus à la fatigue .....	74
A.8 Exigences du programme d'inspection.....	74
A.8.1 Généralités .....	74
A.8.2 Opérations d'inspection.....	76
A.8.3 Inspections initiales.....	78
A.8.4 Intervalles d'inspection répétitifs.....	78
A.8.5 Programmes d'échantillonnage concernant la fatigue .....	78
A.8.6 Programmes d'exploration du vieillissement .....	80
A.8.7 Inspection de zones .....	80
A.9 Rapports des résultats d'inspection .....	80
A.10 Programme d'inspection de zones .....	80
A.10.1 Généralités .....	80
A.10.2 Procédure d'inspection de zones.....	82
A.10.3 Intervalles des tâches d'inspection de zones .....	82
Annexe B (informative) Exemples typiques de fiches de travaux MBF .....	84
Tableau 1 – Critères de sélection des tâches .....	52
Figures	
1 Evolution d'un programme de maintenance dynamique .....	24
2 Tâches d'élaboration d'un programme de maintenance préventive MBF .....	32
3 Arbre de décision logique MBF – Niveau 1 – Effet des défaillances fonctionnelles .....	44
4a Arbre de décision logique MBF – Niveau 2 – Catégories d'effets et détermination des tâches.....	46
4b Arbre de décision logique MBF – Niveau 2 – Catégories d'effets et détermination des tâches.....	48
A.1 Arbre de décision logique MBF – Structures.....	70

Annex A (normative) Maintenance programme development – Structures.....	61
A.1 General .....	61
A.2 Structures .....	61
A.3 Safe life structural members .....	63
A.4 Damage-tolerant structural members .....	63
A.5 Damage sources .....	65
A.6 Structural maintenance programme development.....	65
A.6.1 General.....	65
A.6.2 Structural inspection programme procedure.....	67
A.7 Rating systems for structurally significant items .....	73
A.7.1 General.....	73
A.7.2 Rating accidental damage .....	73
A.7.3 Rating environmental deterioration .....	75
A.7.4 Rating fatigue damage .....	75
A.8 Inspection programme requirements.....	75
A.8.1 General.....	75
A.8.2 Inspection tasks .....	77
A.8.3 Initial inspections .....	79
A.8.4 Repeat inspection intervals .....	79
A.8.5 Fatigue related sampling programmes.....	79
A.8.6 Age exploration programmes.....	81
A.8.7 Zonal inspections .....	81
A.9 Reporting of inspection results.....	81
A.10 Zonal inspection programme.....	81
A.10.1 General.....	81
A.10.2 Zonal inspection procedure .....	83
A.10.3 Zonal task intervals .....	83
Annex B (informative) Examples of RCM Worksheets .....	85
 Table 1 – Task selection criteria .....	 53
 Figures	
1 Evolution of a dynamic maintenance programme.....	25
2 Tasks in the development of an RCM based preventive maintenance programme .....	33
3 RCM decision logic tree – Level 1 – Effects of functional failures .....	45
4a RCM decision logic tree – Level 2 – Effects categories and task determination.....	47
4b RCM decision logic tree – Level 2 – Effects categories and task determination.....	49
A.1 RCM decision logic tree – Structures .....	71

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

### Partie 3-11: Guide d'application – Maintenance basée sur la fiabilité

#### 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 60300-3-11 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/651/FDIS	56/656/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 Norme internationale CEI 60300 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Gestion de la sûreté de fonctionnement*:

Partie 1: Gestion du programme de sûreté de fonctionnement

Partie 2: Eléments et tâches du programme de sûreté de fonctionnement

Partie 3: Guide d'application

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## DEPENDABILITY MANAGEMENT –

**Part 3-11: Application guide –  
Reliability centred maintenance**

## 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 60300-3-11 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/651/FDIS	56/656/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.

IEC 60300 consists of the following parts, under the general title *Dependability management*:

Part 1: Dependability programme management

Part 2: Dependability programme elements and tasks

Part 3: Application guide

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

## INTRODUCTION

La maintenance basée sur la fiabilité (MBF) fut initialement développée à la fin des années soixante pour l'industrie aéronautique civile et a eu pour résultat final la publication du document MSG-3, à la base des pratiques modernes de la MBF. La MBF est désormais une méthodologie démontrée et acceptée, utilisée dans de larges domaines de l'industrie.

La méthodologie décrite dans la présente norme est largement basée sur les procédures essayées et vérifiées du document MSG-3, mais est également applicable à une grande variété d'équipements autres que les avions.

Il convient de remarquer que cette méthodologie est une des procédures particulières pour mettre en œuvre un programme de MBF mais n'est pas la seule méthode utilisée. Cette norme tente d'expliquer l'essentiel des principes et de présenter leur utilisation en appliquant la méthodologie MSG-3. D'autres méthodologies sont utilisées dans d'autres industries, et des normes particulières à ces industries en présentent l'application détaillée.

La maintenance basée sur la fiabilité (MBF) est une méthode destinée à établir un programme de maintenance préventive qui permettra d'atteindre réellement et efficacement les niveaux requis de sécurité et de disponibilité des équipements et des structures afin d'aboutir à une amélioration globale de la sécurité, de la disponibilité, et des aspects économiques de l'exploitation.

La maintenance basée sur la fiabilité prévoit l'utilisation d'un arbre de décision logique destiné à identifier les exigences applicables et efficaces, en matière de maintenance préventive, des équipements et des structures, en fonction des conséquences opérationnelles et économiques et des conséquences sur la sécurité liées à chaque défaillance identifiable et à chaque mécanisme de dégradation responsable de ces défaillances. Le résultat final obtenu grâce à l'emploi de la logique de décision constitue un jugement sur la nécessité d'effectuer une opération de maintenance.

Les étapes fondamentales, lorsque l'on entreprend une analyse MBF, sont les suivantes:

- la définition des limites du système et/ou du sous-système;
- la définition des fonctions de chaque système et/ou sous-système;
- l'identification des éléments prépondérants de maintenance (EPM);
- l'identification des causes pertinentes de défaillance fonctionnelle des EPM;
- la prédiction des effets et de la probabilité d'apparition de ces défaillances;
- l'utilisation d'un arbre de décision logique pour classer par catégorie les effets des défaillances des EPM;
- l'identification des opérations de maintenance applicables et efficaces qui comprennent le programme de maintenance initial;
- la modification de la conception de l'équipement ou du procédé dans le cas où aucune opération de maintenance applicable ne peut être identifiée;
- l'établissement d'un programme de maintenance dynamique, qui résulte d'une mise à jour régulière et systématique du programme de maintenance initial et de ses révisions, sur la base de la surveillance, du recueil et de l'analyse des données d'exploitation.

Toutes les tâches sont fondées sur des considérations relatives à la sécurité tant du personnel que de l'environnement et d'ordre opérationnel et/ou économique. Toutefois, il convient de noter que les critères pris en considération dépendent de la nature du produit et de ses applications. Par exemple, un procédé de production devra être économiquement viable et peut être sensible à des considérations strictes relatives à l'environnement, alors qu'il convient qu'un matériel de défense réussisse en exploitation opérationnelle mais aura à supporter des



## INTRODUCTION

Reliability Centred Maintenance (RCM) was initially developed for the commercial aviation industry in the late 1960s, ultimately resulting in the publication of the document, MSG-3, upon which the modern usage of RCM is based. It is now a proven and accepted methodology used in a wide range of industries.

The methodology described in this standard is based largely on the tried and tested procedures in MSG-3, but is equally applicable to a variety of equipment other than aircraft.

It should be noted that this is one of the original procedures for implementing RCM, but is not the only method in use. The document sets out to explain the principles and to demonstrate their use by the application of the MSG-3 methodology. Other methodologies are used in other industries, and standards particular to those industries will show the detailed application.

Reliability centred maintenance (RCM) is a method for establishing a preventive maintenance programme which will efficiently and effectively allow the achievement of the required safety and availability levels of equipment and structures, which is intended to result in improved overall safety, availability and economy of operation.

RCM provides for the use of a decision logic tree to identify applicable and effective preventive maintenance requirements for equipment and structures according to the safety, operational and economic consequences of identifiable failures, and the degradation mechanism, responsible for those failures. The end result of working through the decision logic is a judgement as to the necessity of performing a maintenance task.

The basic steps in undertaking an RCM analysis are as follows:

- defining the system and/or subsystem boundaries;
- defining the functions of each system or subsystem;
- identifying functionally significant items (FSI);
- identifying the pertinent FSI functional failure causes;
- predicting the effects and probability of these failures;
- using a decision logic tree to categorize the effects of the FSI failures;
- identifying applicable and effective maintenance tasks which comprise the initial maintenance programme;
- redesign of the equipment or process, if no applicable tasks can be identified;
- establishing a dynamic maintenance programme, which results from a routine and systematic update of the initial maintenance programme and its revisions, assisted by the monitoring, collection and analysis of in-service data.

All tasks are based on safety in respect of personnel and environment, and on operational or economic concerns. However, it should be noted that the criteria considered will depend on the nature of the product and its application. For example, a production process will be required to be economically viable, and may be sensitive to strict environmental considerations, whereas an item of defence equipment should be operationally successful, but will have less stringent safety, economic and environmental criteria. The importance of particular steps will therefore

exigences de sécurité, économiques et environnementales moins sévères. L'importance des étapes successives dépend en conséquence de l'application, comme cela est le cas par exemple pour l'identification des entités considérées comme éléments prépondérants de maintenance.

La réussite de l'application de la MBF nécessite la connaissance des équipements et des structures, de leurs systèmes et sous-systèmes, des entités constituant ces équipements et ces structures, ainsi que la compréhension de leurs défaillances et des conséquences de ces défaillances.

L'application de la MBF requiert des analyses détaillées du produit et de ses fonctions. Ces analyses peuvent être laborieuses et en conséquence proportionnellement onéreuses. Pour cette raison, la MBF est une technique qui est appliquée habituellement seulement lorsque la maintenance est critique pour la sécurité et l'exploitation efficace du produit, lorsque les défaillances pourraient avoir des conséquences sévères pour la sécurité, les aspects liés à l'environnement ou l'exploitation. L'utilisation de la MBF dépend, en conséquence, du type de produit et de ses applications mais peut être aussi utilisée par les organisations de toutes tailles impliquées dans une fabrication industrielle, en fonction des exigences du projet.

depend on the application, as will for example the identification of items deemed to be functionally significant.

Successful application of RCM requires a good understanding of the equipment and structure, and the associated systems, subsystems and items of equipment, together with the possible failures, and the consequences of those failures.

The application of RCM requires detailed analyses of the product and its functions, which can be labour intensive and therefore comparatively expensive. For this reason, RCM is a technique which is usually only applied where maintenance is critical to the safety and effective operation of the product and where failures would have serious safety, environmental or operational effects. The use of RCM is therefore dependent on the type of product and its application, but can be used by any size of manufacturing organization according to the requirements of the project.

## GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

### Partie 3-11: Guide d'application – Maintenance basée sur la fiabilité

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60300 fournit des lignes directrices permettant l'élaboration d'un programme initial de maintenance préventive des équipements et des structures, à l'aide d'une analyse de maintenance basée sur la fiabilité (MBF). Dans la présente norme, toute référence à un programme de maintenance sous-entend qu'il s'agit d'un programme de maintenance préventive.

Ce guide d'application est une extension de la CEI 60706-4. Les activités de maintenance recommandées dans la CEI 60706-4 et qui se rapportent à la maintenance préventive peuvent être mises en oeuvre en utilisant la méthodologie de la maintenance basée sur la fiabilité.

L'analyse MBF peut être appliquée à des entités telles qu'un véhicule terrestre, un bateau, une centrale d'énergie, un avion, etc., qui sont constituées d'équipements et de structures, tels qu'une construction, une structure d'avion ou la coque d'un bateau. Typiquement, un équipement comprend un certain nombre de systèmes électriques, mécaniques, d'instrumentation ou de commande et des sous-systèmes qui peuvent encore être décomposés en sous-ensembles de plus en plus petits, selon le besoin.

Les techniques d'analyse MBF applicables spécifiquement aux structures sont présentées dans l'annexe A.

La présente norme concerne seulement l'application des techniques d'analyse MBF et ne comprend pas les aspects relatifs au soutien logistique de maintenance qui sont traités dans d'autres normes de la série CEI 60706.

#### 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 la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(191):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60300-3-9:1995, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3: Guide d'application – Section 9: Analyse du risque des systèmes technologiques*

CEI 60706-4:1992, *Guide de maintenabilité de matériel – Partie 4: Section 8: Planification de la maintenance et de la logistique de maintenance*

CEI 60812:1985, *Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes – Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)*

## DEPENDABILITY MANAGEMENT –

### Part 3-11: Application guide – Reliability centred maintenance

#### 1 Scope

This part of IEC 60300 provides guidelines for the development of an initial preventive maintenance programme for equipment and structures using reliability centred maintenance (RCM) analysis techniques. References to a maintenance programme in this standard implies that it is a preventive maintenance programme.

This application guide is an extension of IEC 60706-4. Those maintenance activities recommended in IEC 60706-4 which relate to preventive maintenance may be implemented using reliability centred maintenance methodology.

RCM analysis can be applied to items such as a ground vehicle, ship, power station, aircraft, etc, which are made up of equipment and structure, e.g. a building, airframe or ship's hull. Typically an equipment comprises a number of electrical, mechanical, instrumentation or control systems and subsystems which can be further broken down into progressively smaller groupings, as required.

RCM techniques specifically applicable to structures are given in annex A.

This standard is restricted to the application of RCM techniques and does not include aspects of maintenance support, which are covered by other standards in the IEC 60706 series.

#### 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60300. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60300 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60300-3-9:1995, *Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems*

IEC 60706-4:1992, *Guide on maintainability of equipment – Part 4 – Section 8: Maintenance and maintenance support planning*

IEC 60812:1985, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*