

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 300

Deuxième édition — Second edition

1984

Gestion de la fiabilité et de la maintenabilité

Reliability and maintainability management



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 300

Deuxième édition — Second edition

1984

Gestion de la fiabilité et de la maintenabilité

Reliability and maintainability management



© CEI 1984

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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Concept du cycle de vie	6
4. Programme de fiabilité et de maintenabilité	8
5. Activités de fiabilité et de maintenabilité	8
5.1 Etablissement d'un plan de fiabilité et de maintenabilité et définition des objectifs	8
5.2 Définition et analyse des conditions de fonctionnement	10
5.3 Evaluation des concepts de fiabilité et de maintenabilité du produit	10
5.4 Etablissement d'une politique de maintenance et analyse des besoins	12
5.5 Etablissement des directives sur la conception du produit	12
5.6 Evaluation des exigences contractuelles de fiabilité et de maintenabilité et de leur interaction	12
5.7 Choix des analyses de fiabilité et de maintenabilité	12
5.8 Evaluation du risque et du coût	14
5.9 Examens critiques de la conception	14
5.10 Vérification et conformité	14
5.11 Documentation et données	16
5.12 Programmes de formation et de soutien	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Life cycle concept	7
4. Reliability and maintainability programme	9
5. Reliability and maintainability activities	9
5.1 Establishment of reliability and maintainability plan and objectives	9
5.2 Definition and analysis of operating conditions	11
5.3 Evaluation of product reliability and maintainability concepts	11
5.4 Establishment of maintenance policy and analysis of requirements	13
5.5 Establishment of product design guidelines	13
5.6 Evaluation of contractual reliability and maintainability requirements and interfaces ..	13
5.7 Selection of reliability and maintainability analyses	13
5.8 Evaluation of risk and cost	15
5.9 Design reviews	15
5.10 Verification and compliance	15
5.11 Documentation and data	17
5.12 Training and support programmes	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GESTION DE LA FIABILITÉ ET DE LA MAINTENABILITÉ

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 56 de la CEI: Fiabilité et maintenabilité.

Cette deuxième édition remplace la première édition de la Publication 300 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
56(BC)86	56(BC)98

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RELIABILITY AND MAINTAINABILITY MANAGEMENT

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 56: Reliability and Maintainability

This second edition replaces the first edition of IEC Publication 300.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
56(CO)86	56(CO)98

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

GESTION DE LA FIABILITÉ ET DE LA MAINTENABILITÉ

1. Domaine d'application

Le domaine d'application de la présente norme couvre la sélection et la mise en œuvre des activités de fiabilité et de maintenabilité, adaptées à chacune des phases définies de la vie des produits électrotechniques.

2. Objet

La présente norme donne des directives administratives pour l'établissement des programmes de fiabilité et de maintenabilité applicables, à divers degrés, au cycle complet de la vie des produits électrotechniques.

Elle est destinée à servir de norme générale établissant un lien entre les diverses publications de la CEI sur les aspects techniques de fiabilité et de maintenabilité. Les méthodes pour mettre en œuvre les activités d'un programme de fiabilité et de maintenabilité sont contenues dans les publications de la CEI citées en référence à la page 3 de la couverture.

Ces méthodes sont applicables aussi bien aux grandes organisations qu'aux petites compagnies. Elles s'appliquent également aux fabricants et aux utilisateurs de produits allant des grands systèmes aux composants.

3. Concept du cycle de vie

On doit choisir, selon le contexte du cycle de vie global du produit, les activités de fiabilité et de maintenabilité à mettre en œuvre pour chacune des phases de ce cycle. Les décisions prises à un moment quelconque ont une incidence sur la fiabilité et la maintenabilité du produit et sur son coût à ce moment-là, ainsi qu'au cours des phases ultérieures de sa vie.

On peut définir cinq phases dans le cycle de vie d'un produit:

- a) *La phase de formulation du concept et de définition*, au cours de laquelle on décide de la nécessité du produit et où l'on définit ses caractéristiques fondamentales, habituellement sous forme de spécifications du produit, qui ont reçu l'accord du fabricant et de l'utilisateur.
- b) *La phase de conception et développement*, au cours de laquelle on crée le matériel et les logiciels afin d'assurer les fonctions décrites dans la spécification du produit. Cette phase comprend normalement le montage et l'essai d'un prototype dans des conditions simulées en laboratoire ou dans les conditions réelles d'exploitation, et la formulation de spécifications particulières de fabrication et d'instructions pour l'exploitation et la maintenance.
- c) *La phase de fabrication et installation*, au cours de laquelle la conception est mise en fabrication. En cas de produits importants et complexes, on peut considérer l'installation sur un site particulier comme un prolongement du processus de fabrication. Cette phase s'achève normalement par un essai final d'acceptation avant la remise à l'utilisateur.

RELIABILITY AND MAINTAINABILITY MANAGEMENT

1. Scope

The scope of this standard covers the selection and implementation of reliability and maintainability activities, appropriate to each of the defined phases of the life of electrotechnical products.

2. Object

This standard provides management guidelines for establishing reliability and maintainability programmes applicable in varying degrees to the complete life cycle of electrotechnical products.

It is intended to serve as a general standard linking the various IEC publications on technical aspects of reliability and maintainability. Procedures for accomplishing the activities of a reliability and maintainability programme are contained in the IEC publications referenced on the inside of the back cover.

These procedures are applicable to large organizations as well as to small companies. They also apply to manufacturers and users of products ranging from major systems to components.

3. Life cycle concept

The reliability and maintainability activities to be implemented for each phase of the product life cycle shall be selected within the context of the total life cycle of the product. Decisions made at any point in time have an impact on product reliability and maintainability and cost at that time, and in subsequent phases of the product life.

There are five definable phases in the product life cycle:

- a) *Concept and definition phase*, in which the need for the product is decided and its basic requirements defined, usually in the form of a product specification, which is agreed upon between manufacturer and user.
- b) *Design and development phase*, in which the product hardware and software are created to perform the functions described in the product specification. This phase will normally include the assembly and testing of a prototype product under laboratory simulated conditions or in actual field trial conditions and the formulation of detailed manufacturing specifications and instructions for operation and maintenance.
- c) *Manufacturing and installation phase*, in which the design is put into production. In the case of large, complex products, the installation of the product on a particular site may be regarded as an extension of the manufacturing process. This phase will normally conclude with product acceptance testing before it is released to the user.

- d) *La phase d'exploitation et maintenance*, au cours de laquelle le produit est en fonctionnement pendant sa durée de vie utile. Pendant cette phase, on prend des mesures essentielles de maintenance préventive et corrective et l'on contrôle la performance du produit. La vie utile d'un produit se termine quand son fonctionnement devient non économique à cause des frais de réparations croissants ou d'autres facteurs, ou quand le produit devient techniquement désuet.
- e) *La phase d'élimination*, au cours de laquelle le matériel atteint la fin de sa vie utile prévue ou bien n'est plus requis et est éliminé, détruit, ou modernisé si cela est économiquement possible.

4. Programme de fiabilité et de maintenabilité

Pour mettre sur pied un programme efficace de fiabilité et de maintenabilité au cours des phases du cycle de vie du produit, il est nécessaire non seulement de connaître les principes de fiabilité et de maintenabilité mais encore d'être familiarisé avec le produit lui-même, avec sa technologie, et les divers facteurs de coût impliqués. On peut obtenir de meilleurs résultats si les activités de fiabilité et de maintenabilité s'exercent en tant que partie intégrante du programme de l'ensemble du produit plutôt que de façon distincte.

Pour établir un programme de fiabilité et de maintenabilité, la direction doit tenir compte:

- a) de la phase du cycle de vie dans laquelle se situe le produit;
- b) du niveau de fiabilité et de maintenabilité qu'exige le produit;
- c) de l'attribution de la responsabilité de chaque tâche de fiabilité et de maintenabilité;
- d) de la technologie proposée pour le produit et de l'historique des produits analogues;
- e) des limitations du programme, telles que le calendrier et le financement, et des contraintes techniques, telles que les dimensions, le poids et le langage de programmation.

L'utilisation de ces critères permet à la direction de choisir des activités de fiabilité et de maintenabilité appropriées parmi celles qui sont décrites dans l'article 5, pour établir un programme efficace de fiabilité et de maintenabilité.

Le tableau I énumère les principales catégories d'activités de fiabilité et de maintenabilité et les domaines dans lesquels elles s'exercent. Ce tableau indique leurs associations principales avec les phases du cycle de vie d'un produit. Il est possible d'établir un programme efficace de fiabilité et de maintenabilité en choisissant dans cette liste les activités propres à satisfaire aux besoins et aux circonstances spécifiques.

Les tâches exigées par le programme de fiabilité et de maintenabilité doivent être mises en application en utilisant les procédures des publications correspondantes de la CEI.

5. Activités de fiabilité et de maintenabilité

On trouvera ci-dessous la description des principales catégories d'activités de fiabilité et de maintenabilité et des domaines d'application, à partir desquels on pourra composer un programme de fiabilité et de maintenabilité.

5.1 Etablissement d'un plan de fiabilité et de maintenabilité et définition des objectifs

On doit établir un plan de fiabilité et de maintenabilité pendant la phase de formulation du concept et de définition permettant l'exécution d'une série intégrée de tâches nécessaires à la

- d) *Operation and maintenance phase*, in which the product is operated for the period of its useful life. During this phase, essential preventive and corrective maintenance actions are taken and product performance is monitored. The useful life of a product ends when its operation becomes uneconomic because of increasing repair costs or other factors, or the product becomes technically obsolete.
- e) *Disposal phase*, in which the product reaches the end of its planned useful life, or the requirement no longer exists for the product, and it is disposed of, destroyed or, if economically feasible, modernized.

4. Reliability and maintainability programme

To assemble an effective reliability and maintainability programme during the product life cycle phases requires not only a knowledge of reliability and maintainability principles, but an understanding of the product itself and its technology and the various cost factors. More effective results can be achieved if reliability and maintainability activities are integrated into all other activities connected with the product rather than managed separately.

In establishing a reliability and maintainability programme, management shall take into account:

- a) the phase of the product in its life cycle;
- b) the level of reliability and maintainability required for the product;
- c) assignment of responsibility for each reliability and maintainability task;
- d) the technology proposed for the product and the past history of similar products;
- e) programme constraints, such as scheduling and funding, and technical constraints, such as size, weight and programming language.

Using these criteria, management may select appropriate reliability and maintainability activities from those described in Clause 5 to establish an effective reliability and maintainability programme.

Table I lists the basic classes of reliability and maintainability activities and areas of involvement. This table indicates their principal associations with the life cycle phases of a product. An effective reliability and maintainability programme can be assembled by selecting the appropriate activities from this list to suit specific needs and circumstances.

The tasks required by the reliability and maintainability programme shall be implemented by applying the procedures of the relevant IEC publications.

5. Reliability and maintainability activities

The basic classes of reliability and maintainability activities and their areas of involvement, from which a reliability and maintainability programme can be prepared, are described below:

5.1 Establishment of reliability and maintainability plan and objectives

A reliability and maintainability plan shall be established during the concept and definition phase to provide for an integrated series of tasks necessary to achieve reliability and maintainability

réalisation de ces objectifs. Ce plan comprend les tâches choisies dans la liste des activités de fiabilité et de maintenabilité, définit à qui incombe chaque tâche et fournit un calendrier préliminaire de mise à exécution. Le plan devra être remis à jour si nécessaire.

Ce plan doit définir les objectifs en termes quantitatifs et qualitatifs et énoncer les critères et conditions de leur vérification.

Le plan de fiabilité et de maintenabilité devrait au minimum inclure:

- a) un mode d'organisation et les responsabilités de la direction en ce qui concerne les activités de fiabilité et de maintenabilité;
- b) les objectifs quantitatifs et qualitatifs de fiabilité et de maintenabilité;
- c) un calendrier pour la mise à exécution des tâches de fiabilité et de maintenabilité;
- d) des critères pour l'estimation de fiabilité et de maintenabilité et sa vérification;
- e) le contrôle et la normalisation des pièces;
- f) l'examen critique de la conception;
- g) la documentation;
- h) les programmes de formation et de soutien.

5.2 Définition et analyse des conditions de fonctionnement

Il faudrait que les conditions de fonctionnement soient définies au cours de la phase de formulation du concept et de définition et mises à jour pendant la phase de conception et développement. Ces conditions ont une influence sur tous les facteurs d'exploitation et de maintenance, et affectent directement la fiabilité et la maintenabilité.

Il est nécessaire d'analyser l'environnement en termes de conditions d'utilisation finale:

- a) modes de fonctionnement;
- b) charge, par exemple cycle de service ou vitesse de traitement;
- c) environnement d'exploitation et de maintenance;
- d) conditions de transport et d'installation;
- e) besoins en personnel d'exploitation et de maintenance.

5.3 Évaluation des concepts de fiabilité et de maintenabilité du produit

L'évaluation des concepts de fiabilité et de maintenabilité du produit fait partie d'une étude d'ensemble du produit. Le but est de définir le point de départ d'un nouveau travail de conception et d'estimer l'incidence des caractéristiques de fiabilité et de maintenabilité sur le choix de la technologie, la configuration de la conception ainsi que sur la performance du produit et sa capacité à satisfaire les exigences du marché. On doit évaluer le coût et le risque impliqués lorsqu'on comble l'intervalle entre les concepts du produit existant et le produit de nouvelle génération.

Parmi les considérations importantes servant à l'évaluation des concepts d'un produit, devraient figurer les suivantes:

- a) les exigences fonctionnelles du nouveau produit;
- b) le marché potentiel pour un produit de nouvelle génération;
- c) la désuétude technologique du produit existant;
- d) le coût du cycle de vie;
- e) le travail requis pour la mise au point d'un nouveau produit comparé à la modification du produit existant pour satisfaire la nouvelle demande du marché.

objectives. It comprises the appropriate tasks selected from the list of reliability and maintainability activities, assigns responsibility for each task, and provides a preliminary schedule for implementation. The plan should be updated as required.

This plan shall establish objectives in quantitative and qualitative terms, and state criteria and conditions for their verification.

As a minimum the reliability and maintainability plan should include:

- a) an organizational structure and management responsibilities for the reliability and maintainability activities;
- b) quantitative and qualitative reliability and maintainability objectives;
- c) time schedule for implementing reliability and maintainability tasks;
- d) criteria for reliability and maintainability assessment and verification;
- e) parts control and standardization;
- f) design reviews;
- g) documentation;
- h) training and support programmes.

5.2 *Definition and analysis of operating conditions*

Operating conditions should be defined during the concept and definition phase and updated during the design and development phase. These conditions have an influence on all the elements of operation and maintenance and directly affect reliability and maintainability.

It is necessary to analyze the environment in terms of end-use conditions:

- a) modes of operation;
- b) loading, for example, duty cycle or processing speed;
- c) operating and maintenance environment;
- d) transportation and installation conditions;
- e) requirements for operating and maintenance personnel.

5.3 *Evaluation of product reliability and maintainability concepts*

The evaluation of product reliability and maintainability concepts forms part of a general product study. The purpose is to define the starting point for new design work and to assess the impact of reliability and maintainability features on the selection of technology, design configuration, and product performance capability to meet market requirements. There should also be an evaluation of cost and risk involved in bridging the gap between the existing product concepts and the new product generation.

Typical considerations for evaluation of the product concepts should include:

- a) functional requirements of new product;
- b) market potential for new product generation;
- c) technological obsolescence of existing product;
- d) life cycle cost;
- e) effort associated with new product development versus modification of existing product to meet new market demand.

5.4 *Etablissement d'une politique de maintenance et analyse des besoins*

Il convient d'établir la politique de maintenance dès le début de la phase de formulation du concept. Elle doit être adaptée aux exigences de service qui découlent des conditions de fonctionnement du produit.

Dans la phase de conception et développement, alors que l'on commence à disposer de renseignements plus détaillés sur le projet, il convient de procéder à une analyse des exigences de maintenance de façon à pouvoir intégrer au produit les caractéristiques de fiabilité et de maintenabilité appropriées.

Dans la tâche de fiabilité et de maintenabilité interviennent:

- a) l'analyse de la maintenabilité du produit et des traits dominants du diagnostic;
- b) les niveaux de maintenance à prévoir pour le produit et la politique de réparation à chacun des niveaux;
- c) les niveaux de compétence du personnel de maintenance;
- d) les installations d'essais à chaque niveau de maintenance.

5.5 *Etablissement des directives sur la conception du produit*

Il convient que le programme de fiabilité et de maintenabilité prenne en considération les normes fondamentales applicables à la conception, au développement, à la fabrication et à l'exploitation du produit, car ces normes auront une influence sur le prix. Les normes qu'il convient d'appliquer comprennent:

- a) Les normes du fabricant et de l'utilisateur relatives.
 - aux méthodes de fabrication et de conception;
 - aux critères de contraintes des pièces et à leur emploi;
 - aux listes préférentielles de pièces;
 - à l'approbation des pièces non normalisées;
 - aux points de vérification pour la maintenance;
 - aux directives de conception visant les paramètres de maintenabilité;
- b) Les normes et règlements de l'industrie et du gouvernement, régissant par exemple:
 - la sécurité;
 - les niveaux d'émission de rayonnements électromagnétiques;
 - les limites de contrôle de la pollution;
 - la consommation d'énergie.

5.6 *Evaluation des exigences contractuelles de fiabilité et de maintenabilité et de leur interaction*

Les exigences contractuelles de fiabilité et de maintenabilité doivent être étudiées et évaluées sous l'angle de la capacité du produit à se conformer aux spécifications et aux normes prescrites.

Les exigences contractuelles de fiabilité et de maintenabilité doivent aussi être évaluées à la lumière de leur interaction avec les autres exigences, telles que la sécurité, la qualité, le soutien en exploitation et la performance. La relation entre les différents programmes répondant aux exigences contractuelles devra être établie pour pouvoir déployer un effort concerté afin de fournir un produit conforme, à prix raisonnable et dans les délais.

5.7 *Choix des analyses de fiabilité et de maintenabilité*

On choisira les analyses de fiabilité et de maintenabilité en vue de s'assurer que le produit pourra satisfaire à son application finale. Parmi les analyses typiques de fiabilité et de maintenabilité qui peuvent être choisies, figurent:

- a) l'affectation et la répartition des objectifs de fiabilité et de maintenabilité entre les sous-systèmes;

5.4 *Establishment of maintenance policy and analysis of requirements*

The maintenance policy should be established early in the concept phase. It should be appropriate to the service requirements associated with product operating conditions.

In the design and development phase, when more detailed design information becomes available, an analysis of maintenance requirements should be carried out, so that appropriate reliability and maintainability features can be designed into the product.

Reliability and maintainability task involvement includes:

- a) analysis of product maintainability and diagnostic features;
- b) levels for maintenance in product support and the repair policy of each;
- c) skill levels of maintenance personnel;
- d) test facilities at each level of maintenance.

5.5 *Establishment of product design guidelines*

The reliability and maintainability programme should consider the basic standards applicable to the design, development, manufacture, and operation of the product, because these will have cost implications. The applicable standards include:

- a) Manufacturer's and user's standards such as those for:
 - manufacturing and design practices;
 - parts stress criteria and parts application;
 - preferred part lists;
 - approval of non-standard parts;
 - maintenance test points;
 - design guidelines for maintainability features;
- b) Industry and government standards and regulations, such as those governing:
 - safety;
 - electromagnetic emission levels;
 - pollution control limits;
 - power consumption.

5.6 *Evaluation of contractual reliability and maintainability requirements and interfaces*

The reliability and maintainability contractual requirements shall be reviewed and evaluated in terms of the ability of the product to comply with the specifications and standards prescribed.

Contractual reliability and maintainability requirements shall also be evaluated in the light of their interfaces with other requirements, such as safety, quality, field support, and performance. Interrelationships among various programmes which satisfy the contractual requirements should be established so that a concerted effort will provide a compliant product cost-effectively and on schedule.

5.7 *Selection of reliability and maintainability analyses*

Reliability and maintainability analyses will be selected to assist in ensuring that the product will be capable of fulfilling its end-use application. Typical reliability and maintainability analyses include:

- a) allocation and apportionment of reliability and maintainability objectives between sub-systems;

- b) les analyses de contrainte thermique et électrique et la surcharge de logiciel;
- c) l'utilisation des pièces et les habitudes de programmation;
- d) les prévisions de fiabilité et de maintenabilité;
- e) l'analyse du mode des défaillances, de leurs effets et de leur criticité.

Le plan de fiabilité et de maintenabilité doit établir un calendrier préliminaire pour ces analyses, qui tiendra compte des principaux événements et des frais d'exécution afférents aux analyses.

5.8 *Evaluation du risque et du coût*

Le coût est un élément important du programme de développement de chaque produit. Une évaluation d'ordre économique permet à la direction d'estimer les risques et les profits, pour l'ensemble du cycle de vie du système, qui résultent de décisions prises pendant la phase de conception et de développement. Le processus de prise de décision devra tenir compte de l'incidence des coûts sur:

- a) les installations, la charge de travail et le calendrier;
- b) la fiabilité et la maintenabilité, l'exploitation et la sécurité;
- c) la maintenance, l'appui logistique et les exigences futures;
- d) la conception, le développement et la fabrication;
- e) la possession (exploitation, maintenance et énergie).

L'évaluation estimera également les risques introduits par l'utilisation d'une nouvelle technologie pour atteindre les objectifs du produit, incluant la fiabilité et la maintenabilité, en partant des contraintes de temps, de budget et des spécifications techniques.

5.9 *Examens critiques de la conception*

Les examens critiques de la conception doivent être faits à intervalles spécifiés pendant toute la phase de conception et de développement à titre de partie intégrante du programme de développement du produit pour en renforcer la fiabilité et la maintenabilité.

Les examens critiques de la conception ont pour objet:

- a) d'estimer les choix de conception disponibles;
- b) d'identifier les secteurs d'études de conception orientés vers une amélioration de la fiabilité et de la maintenabilité du produit;
- c) de fournir à l'autorité compétente du projet des informations en retour fondées sur l'expérience;
- d) d'établir par la documentation le processus de décision relatif à la conception.

5.10 *Vérification et conformité*

Les tâches de vérification de fiabilité et de maintenabilité sont normalement effectuées pendant la phase de conception et développement pour vérifier l'exactitude de la conception; pendant la phase de fabrication pour vérifier la conformité et la possibilité de mise en œuvre des résultats de la conception, et pendant la phase d'installation pour vérifier la performance du produit en service. Pour les grands systèmes complexes, les activités de vérification de la fiabilité et de la maintenabilité se déroulent souvent au début de la phase d'exploitation afin d'évaluer la conformité aux objectifs de service du système.

Les tâches de vérification comprennent à la fois une analyse et des essais, prenant en considération l'historique de la performance du produit et, le cas échéant, les caractéristiques de défaillance du matériel et du logiciel.

- b) analysis of thermal and electrical stress and software overload;
- c) parts application and programming practices;
- d) reliability and maintainability predictions;
- e) failure mode, effects and criticality analysis.

The reliability and maintainability plan shall establish a preliminary schedule for these analyses which takes into account major programme milestones and the costs of performing the analyses.

5.8 *Evaluation of risk and cost*

Cost is a significant element of each product development programme. An economic evaluation allows management to assess the risks and benefits over the system life cycle resulting from decisions made during the design and development phase. The decision-making process should consider the impact of cost on:

- a) facilities, workload, and schedule;
- b) reliability and maintainability, operation and safety;
- c) maintenance, logistics support and future requirements;
- d) design, development and manufacture;
- e) ownership (operation, maintenance and energy).

The evaluation will also assess the risks involved in using new technology for achieving product objectives including reliability and maintainability, given the constraints of schedule, budget and technical specifications.

5.9 *Design reviews*

Design reviews shall be performed at specified intervals throughout the design and development phase as part of the product development programme to enhance reliability and maintainability.

The purpose of the design reviews is to:

- a) assess the design options available;
- b) identify areas of design study directed towards product reliability and maintainability improvement;
- c) provide feedback of experience to the design authority;
- d) document the design decision process.

5.10 *Verification and compliance*

Reliability and maintainability verification tasks are normally carried out during the design and development phase to verify the adequacy of the design, during the manufacturing phase to verify the conformance and producibility of the design and during the installation phase to verify product service performance. For large and complex systems, reliability and maintainability verification activities are often conducted in the early operation phase to assess compliance with system service objectives.

Verification tasks include both analysis and testing, taking into consideration the product performance history, and the associated hardware and software failure characteristics of the product, where applicable.

Pour chaque tâche de vérification, on doit préparer un plan qui en identifie le but, le motif et les résultats attendus, en même temps qu'un calendrier et la désignation des responsables auxquels incombe l'exécution de la tâche. Ce plan doit prévoir la diffusion des résultats de la vérification et les mesures qui devront être prises si les résultats ne sont pas conformes aux espérances. Les résultats de la vérification pourront servir de preuve de la conformité de la fiabilité et de la maintenabilité du produit.

L'amélioration de la fiabilité des produits nouvellement mis au point doit normalement être prise en considération et l'on doit prendre des dispositions appropriées pour la surveiller et la vérifier.

5.11 *Documentation et données*

L'importance des exigences en documentation et en données dépendra des exigences contractuelles et des objectifs de la direction dans le domaine des données.

Le programme de fiabilité et de maintenabilité doit instituer un système de comptes rendus d'événements et de résultats assurant la mise en évidence des événements importants. Parmi les événements importants à contrôler, devront figurer:

- a) l'établissement des objectifs de fiabilité et de maintenabilité;
- b) la répartition des exigences de fiabilité et de maintenabilité;
- c) la mise au point des listes de pièces;
- d) les essais;
- e) les circonstances des défaillances et des défauts;
- f) les opérations de maintenance;
- g) les analyses de données;
- h) les actions correctives entreprises et les résultats.

Le système de comptes rendus d'événements doit permettre de remonter à la source des données et de renseigner sur les conditions dans lesquelles elles ont été recueillies, sur les hypothèses avancées et sur les limitations à l'utilisation de ces données. Le système de comptes rendus doit enregistrer les données minimales nécessaires pour atteindre l'objectif; les résultats obtenus par le système doivent être adaptés aux besoins des destinataires et diffusés en vue d'une série d'actions appropriées.

5.12 *Programmes de formation et de soutien*

Les besoins en formation doivent être planifiés très tôt dans le programme de fiabilité et de maintenabilité. Les programmes de formation et de soutien doivent être coordonnés avec la planification du développement du produit, avec la politique de maintenance et avec la stratégie opérationnelle du produit.

Les disciplines de fiabilité et de maintenabilité doivent faire partie des programmes de formation du personnel responsable pour faire fonctionner le produit, pour effectuer l'entretien et pourvoir au soutien nécessaire. Les programmes de formation et de soutien devront tenir compte du type et du niveau de formation dont le personnel de service aura besoin. Ils prendront aussi en compte:

- la complexité du produit;
- les exigences de fonctionnement;
- la politique de maintenance et de support logistique;
- le temps et les ressources dont on dispose;
- les installations et outils nécessaires.

For each verification task, a plan shall be prepared which identifies the aim, intent, and expected results, together with a time schedule and assigned responsibilities for task performance. It shall provide for distribution of results of the verification task, and for action to be taken if the results are not in line with expectations. Verification results could serve as evidence for product reliability and maintainability compliance.

Reliability growth of newly developed products should be recognized and appropriate steps taken for reliability growth, monitoring and verification.

5.11 *Documentation and data*

The extent of documentation and data requirements will depend on the contract data requirements and data management objectives.

The reliability and maintainability programme shall institute a system of reporting of events and results which ensures that key events are clearly recognized. Typical key events to be monitored should include:

- a) establishment of reliability and maintainability objectives;
- b) apportionment of reliability and maintainability requirements;
- c) parts list development;
- d) testing;
- e) failure and fault occurrences;
- f) maintenance actions;
- g) analyses of data;
- h) corrective actions taken and results.

The events reporting system shall provide for traceability of data and documentation of conditions under which the data were collected, the assumptions made and the constraints on application of data. The reporting system shall capture the minimum data necessary to achieve the objective; the output of the reporting system shall be structured to the needs of recipients and distributed for appropriate action.

5.12 *Training and support programmes*

Training requirements shall be planned early in the reliability and maintainability programme. Training and support programmes shall be co-ordinated with product development planning, maintenance policy, and the operational strategy of the product.

Reliability and maintainability disciplines shall be incorporated in training programmes for personnel who are responsible for operating, maintaining and supporting the product. The training and support programmes should consider the types and levels of training that will be needed by the different personnel. They should also consider:

- complexity of the product;
- operational requirements;
- maintenance and logistics support policy;
- time and resources available;
- facilities and tools needed.