

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

706-3

Première édition
First edition
1987

Guide de maintenabilité de matériel

**Troisième partie: Sections six et sept
Vérification et recueil, analyse et présentation
des données**

Guide on maintainability of equipment

**Part 3: Sections Six and Seven
Verification and collection, analysis and
presentation of data**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 706-3: 1987

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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 publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, 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 end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

706-3

Première édition
First edition
1987

Guide de maintenabilité de matériel

**Troisième partie: Sections six et sept
Vérification et recueil, analyse et présentation
des données**

Guide on maintainability of equipment

**Part 3: Sections Six and Seven
Verification and collection, analysis and
presentation of data**

© CEI 1987 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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
SECTION SIX – VÉRIFICATION DE LA MAINTENABILITÉ	
2. Définition des termes utilisés	6
3. Objectif	8
4. Concepts de logistique de maintenance influençant la vérification de la maintenabilité	8
5. Vérification	8
5.1 Généralités	8
5.2 Concepts de vérification	12
5.3 Eléments de la procédure de vérification	22
SECTION SEPT – RECUEIL, ANALYSE ET PRÉSENTATION DES DONNÉES RELATIVES À LA MAINTENABILITÉ	
6. Introduction	28
7. Définition des termes utilisés	28
8. Concept de maintenance	28
9. Sources de données	30
9.1 Données d'expérience	30
9.2 Données provenant de la conception et/ou de la fabrication du dispositif	30
9.3 Données provenant d'essais de démonstration ainsi que de l'exploitation du dispositif	32
10. Méthodes d'analyse	32
10.1 Choix des données	32
10.2 Analyse des distributions statistiques	32
10.3 Calcul des paramètres	32
11. Présentation des données	34
11.1 Maintenance corrective	34
11.2 Maintenance préventive	34
11.3 Données relatives à la logistique de maintenance	36
TABLEAU I — Formulaire de synthèse des données relatives aux opérations de réparations actives	38
TABLEAU II — Formulaire de synthèse des temps relatifs aux réparations actives	38
TABLEAU III — Synthèse relative à la maintenance préventive	40
ANNEXE A — Procédures de démonstration de la maintenabilité	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
SECTION SIX – MAINTAINABILITY VERIFICATION	
2. Definitions of terms	7
3. Objective	9
4. Maintenance support concepts influencing maintainability verification	9
5. Verification	9
5.1 General	9
5.2 Verification concepts	13
5.3 Elements of the verification procedure	23
SECTION SEVEN – COLLECTION, ANALYSIS AND PRESENTATION OF DATA RELATED TO MAINTAINABILITY	
6. Introduction	29
7. Definitions of terms	29
8. Maintenance concept	29
9. Data sources	31
9.1 Historical data	31
9.2 Item design/manufacturing data	31
9.3 Item demonstration and field data	33
10. Analysis procedures	33
10.1 Data editing	33
10.2 Statistical distribution analysis	33
10.3 Parameter computation	33
11. Data presentation	35
11.1 Corrective maintenance	35
11.2 Preventive maintenance	35
11.3 Maintenance support data	37
TABLE I – Active repair task data summary form	39
TABLE II – Active repair time summary form	39
TABLE III – Preventive maintenance summary	41
APPENDIX A – Maintainability demonstration procedures	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE DE MAINTENABILITÉ DE MATÉRIEL

Troisième partie: Sections six et sept
Vérification et recueil, analyse et présentation des données

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

Le présent guide a été établi par le Comité d'Etudes n° 56, de la CEI: Fiabilité et maintenabilité

Le texte de ce guide est basé sur les documents suivants.

Règle des Six Mois	Rapports de vote
56(BC)103 56(BC)107	56(BC)114 56(BC)116

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce guide.

La Publication 706-1 de la CEI, parue en 1982, comprend les sections suivantes:

- Section un — Introduction à la maintenabilité.
 Section deux — Exigences de maintenabilité dans les spécifications et les contrats.
 Section trois — Programme de maintenabilité.

Les titres prévus pour les autres sections de cette série sont:

- Section quatre — Contrôles et essais pour l'établissement de diagnostics.
 Section cinq — Etudes de maintenabilité au niveau de la conception.
 Section huit — Planification de la maintenance et de la logistique de maintenance.
 Section neuf — Méthodes statistiques en maintenabilité.

Ces sections quatre, cinq, huit et neuf seront publiées comme parties.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans le présent guide:

- Publications n°s 271 (1974): Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.
 706-1 (1982): Guide de maintenabilité de matériel, Première partie: Sections un, deux et trois — Introduction, exigences et programmes de maintenabilité.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDE ON MAINTAINABILITY OF EQUIPMENT

Part 3: Sections Six and Seven

Verification and collection, analysis and presentation of data

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 guide has been prepared by IEC Technical Committee No. 56: Reliability and maintainability.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting
56(CO)103 56(CO)107	56(CO)114 56(CO)116

Full information on the voting for the approval of this guide can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

IEC Publication 706-1, issued in 1982, contains the following sections:

- Section One — Introduction to maintainability.
 Section Two — Maintainability requirements in specifications and contracts.
 Section Three — Maintainability programme.

Tentative titles for other sections of this series are:

- Section Four — Diagnostic testing.
 Section Five — Maintainability design studies.
 Section Eight — Maintenance and maintenance support planning.
 Section Nine — Statistical procedures in maintainability.

Sections Four, Five, Eight and Nine will be published as parts.

The following IEC publications are quoted in this guide:

- Publications Nos. 271 (1974): List of basic terms, definitions and related mathematics for reliability.
 706-1 (1982): Guide on maintainability of equipment, Part 1: Sections One, Two and Three—Introduction, requirements and maintainability programme.

GUIDE DE MAINTENABILITÉ DE MATÉRIEL

Troisième partie: Sections six et sept Vérification et recueil, analyse et présentation des données

1. Domaine d'application

Le présent guide de maintenabilité est destiné à donner des recommandations pour la normalisation des procédures de maintenabilité et à susciter l'éclosion d'idées nouvelles dans ce domaine. Ce guide aidera les utilisateurs à définir leurs exigences de maintenabilité et les programmes correspondants. Les fournisseurs en tireront profit grâce à une meilleure compréhension des exigences relatives à la réalisation et à la vérification des objectifs de maintenabilité.

SECTION SIX — VÉRIFICATION DE LA MAINTENABILITÉ

Cette section décrit les divers aspects de la vérification nécessaire pour s'assurer que les exigences spécifiées de maintenabilité (voir Publication 706-1, section deux) ont été satisfaites, et elle fournit les procédures et méthodes de test appropriées. Alors que la vérification de la maintenabilité en tant que telle devra être une partie obligatoire d'un quelconque programme de maintenabilité (voir Publication 706-1, section trois), chaque cas individuel nécessitera des méthodes appropriées devant être soigneusement choisies de manière à assurer une efficacité globale au niveau des coûts.

2. Définition des termes utilisés

Les définitions des termes utilisés dans cette section du guide sont données dans la Publication 271 de la CEI.

En outre, les termes spécifiques suivants sont utilisés:

2.1 *Vérification de la maintenabilité*

Actions de surveillance, examens, ou bien l'ensemble des deux, exercés dans le but de déterminer, par le titulaire du contrat, la conformité d'un dispositif aux exigences de maintenabilité spécifiées.

2.2 *Démonstration de la maintenabilité*

Activité pratiquée sur des dispositifs individuels, ou bien des échantillons, destinée à montrer la conformité à une exigence spécifique de maintenabilité et/ou à fournir des données de maintenabilité.

2.3 *Matériel sélectionné par le client*

Une partie du dispositif considéré qui a été spécialement sélectionnée par le client.

Note. — En général, le fournisseur n'a pas à exercer la maîtrise de la maintenabilité de cette partie, mais il devrait la prendre en considération dans la conception du dispositif. Une coopération entre client et fournisseur est hautement souhaitable.

GUIDE ON MAINTAINABILITY OF EQUIPMENT

Part 3: Sections Six and Seven

Verification and collection, analysis and presentation of data

1. Scope

This guide on maintainability is intended to make recommendations for the standardization of maintainability practices and to stimulate ideas in the maintainability field. This guide will assist users in defining maintainability requirements and associated programmes. Suppliers will gain an understanding of the requirement for achieving and verifying maintainability objectives.

SECTION SIX — MAINTAINABILITY VERIFICATION

This section describes the various aspects of verification necessary to ensure that the specified maintainability requirements (see Publication 706-1, Section Two) have been met, and provides suitable procedures and test methods. While maintainability verification as such should be a mandatory part of any maintainability programme (see Publication 706-1, Section Three), each individual case requires appropriate methods to be carefully selected in order to ensure overall cost-effectiveness.

2. Definitions of terms

Definitions of terms used in this section of the guide are given in IEC Publication 271.

In addition, the following specific terms are used:

2.1 *Maintainability verification*

Monitoring actions, inspections or both for the purpose of determining compliance by the contractor with the maintainability requirements specified for an item.

2.2 *Maintainability demonstration*

Activity performed on individual items or samples to indicate concurrence with a specific maintainability requirement and/or to generate maintainability data.

2.3 *Customer selected equipment*

A portion of the item under consideration which has been specially selected by the customer.

Note. — Generally the supplier has no control over the maintainability of this portion, but he should consider it in the design of the item. Cooperation between customer and supplier is clearly desirable.

3. Objectif

L'objectif est de vérifier qu'à la fois les exigences qualitatives et quantitatives de maintenabilité ont été satisfaites dans le cadre des limitations de performances spécifiées. Cela implique de vérifier que l'activité de maintenance prescrite a permis la remise en état de l'équipement au niveau de performance spécifié. La vérification est applicable au matériel, au logiciel ainsi qu'aux moyens de maintenance.

La vérification de la maintenabilité est un processus permettant de juger des résultats d'expérience de maintenabilité. Cette estimation peut débiter dès que des données et des résultats sont disponibles, et elle peut être poursuivie tout au long du projet ainsi qu'être étendue au niveau de l'utilisation opérationnelle.

Cela est développé davantage dans:

- les exigences qualitatives de maintenabilité: voir le paragraphe 5.2.2;
- les exigences quantitatives de maintenabilité: voir le paragraphe 5.2.3.

La démonstration expérimentale est décrite au paragraphe 5.2.4.

4. Concepts de logistique de maintenance influençant la vérification de la maintenabilité

En procédant à la vérification de la maintenabilité, on devra avoir présent à l'esprit le fait que les éléments suivants de la logistique de maintenance ont une influence décisive sur l'efficacité du processus de maintenance:

- moyens de maintenance;
- équipements d'essais liés au soutien logistique;
- matériel de support logistique;
- personnel de maintenance et formation;
- documentation technique et manuels;
- conditions de transport, de manutention et de magasinage.

La section huit contient des détails supplémentaires.

5. Vérification

5.1 Généralités

5.1.1 Principes de base

La vérification de la maintenabilité est interprétée comme étant un processus continu de génération, de recueil et d'évaluation de données relatives à la maintenabilité au fur et à mesure qu'elles deviennent disponibles tout au long du développement d'un projet, ainsi que de comparaison des résultats avec les exigences de maintenabilité spécifiées.

Les méthodes de vérification de la maintenabilité diffèrent en fonction de la phase correspondante du programme comme suit:

— Analyse et examen critique

Cela comprend l'analyse des données d'expérience, la comparaison entre les résultats des revues de projet et les estimations prévisionnelles de maintenabilité. Ces données peuvent inclure ultérieurement, au cours du cycle de vie, des données d'exploitation.

— Etudes spéciales

Elles sont conduites durant les phases de conception et de définition, ou bien d'élaboration et de développement, afin d'examiner des problèmes généraux ou de détail. On peut citer comme exemples: études de facilité de maintenance, analyse des opérations de maintenance, études de simulation.

3. Objective

The objective is to verify that both qualitative and quantitative maintainability requirements have been met within the specified performance limitations. This includes verification that the defined maintenance activity has restored the equipment to the specified performance level. The verification is applicable to hardware, software and maintenance facilities.

Maintainability verification is a process of assessing the results of maintainability experience. This assessment can begin as soon as data and results are available and may continue throughout the project and extend into field use.

This is further expanded with respect to:

- qualitative maintainability requirements, see Sub-clause 5.2.2;
- quantitative maintainability requirements, see Sub-clause 5.2.3.

Experimental demonstration is described in Sub-clause 5.2.4.

4. Maintenance support concepts influencing maintainability verification

When performing maintainability verification, it should be borne in mind that the following maintenance support elements have a decisive influence on the effectiveness of the maintenance process:

- maintenance facilities;
- test support equipment;
- material support;
- maintenance personnel and training;
- technical documentation and manuals;
- transportation, handling, and storage conditions.

Section Eight contains further details.

5. Verification

5.1 General

5.1.1 Basic principles

Maintainability verification is understood to be a continuous process of generating, collecting and evaluating maintainability-related data as they become available in the course of project development, and comparing results with specified maintainability requirements.

Methods of maintainability verification differ according to the respective programme phase, as follows:

- *Analysis and review*

Include analysis of historical data, comparisons with the results of design reviews and maintainability predictions. They may include field data late in the life cycle.

- *Special studies*

Conducted during the concept and definition or design and development phases, to investigate general or detailed problems. Examples are: ease-of-maintenance studies, maintenance task analysis, simulation studies.

— *Essais de démonstration*

Ils sont effectués à l'issue de la phase d'élaboration et de développement, dans le cas où les moyens analytiques ou bien les études spéciales ne fournissent pas d'assurance suffisante permettant d'établir que la maintenabilité est conforme aux exigences spécifiées.

— *Examen critique de l'expérience opérationnelle*

La vérification peut s'appuyer sur l'expérience opérationnelle et l'examen critique des données d'utilisation, corrélé, si cela est approprié, avec l'examen critique et l'analyse des données d'expérience.

Les éléments de procédure du processus de vérification sont:

— *Identification et mise en activation de sources de données éventuelles*

Lors des premières phases du projet, sachant que seulement des données d'expérience sur des équipements antérieurs analogues peuvent être utilisées. Plus tard, des données se rapportant à la conception, à la fabrication, aux essais, et finalement à l'utilisation deviennent disponibles. Dans ce contexte, la démonstration de la maintenabilité est liée uniquement à une source spéciale de données se rapportant à la création de données de maintenabilité relativement aux conditions simulées.

— *Acquisition et analyse des données*

Cela concerne le recueil, l'examen critique et le tri des données afin de s'assurer de leur applicabilité.

— *Evaluation*

Traitement des données en utilisant des modèles mathématiques ou des listes de contrôle en vue d'obtenir des caractéristiques quantitatives ou bien des propriétés qualitatives concernant la maintenabilité.

— *Comparaison avec les exigences*

Les résultats de l'évaluation sont comparés aux caractéristiques et propriétés de maintenabilité spécifiées afin de vérifier si les exigences de maintenabilité sont satisfaites.

En outre, les renseignements suivants sont nécessaires en vue d'une vérification complète de la maintenabilité:

— *Plan de maintenance du dispositif*

La politique de maintenance devra être définie afin d'interpréter à la fois les données d'expérience et les données en provenance d'autres sources. Le plan de maintenance définit également les conditions et les contraintes relatives à la maintenance et à la logistique qui doivent être prises en considération dans le cadre du processus de vérification de la maintenabilité.

— *Données de fiabilité*

Des indicateurs pertinents de fiabilité, tels que la fréquence attendue des actions de maintenance, peuvent être exigés pour calculer certains indicateurs de maintenabilité à partir de temps estimés ou observés concernant des actions de maintenance élémentaires. Les données de fiabilité auront aussi une influence sur certains aspects de la vérification telles que l'établissement de priorités, conditionnant ainsi des préalables à l'évaluation. Si cette information n'est pas disponible ou est incomplète, des hypothèses devront être établies. La qualité des renseignements disponibles ainsi que les hypothèses faites auront une influence sur la pertinence des résultats de la vérification.

5.1.2 Conditions et contraintes

Des méthodes devront être spécifiées par le client ou bien sélectionnées par le titulaire du contrat et décrites dans le plan relatif au programme de maintenabilité (voir Publication 706-1, section trois). Les points suivants devront être pris en considération dans le cadre des décisions à prendre parmi les différentes procédures de vérification relatives à chaque exigence de maintenabilité:

— *Demonstration tests*

Performed at the end of the design and development phase, if the analytical means or special studies do not give sufficient evidence whether maintainability conforms to specified requirements.

— *Review of operational experience*

Verification may be left to operational experience and review of field data, correlated, if appropriate, with the review and analysis of historical data.

The procedural elements of the verification process are:

— *Identification and activation of possible sources of data*

In the early project phases, only historical data of comparable previous equipment can be used. Later, design, manufacturing, test and finally field data become available. Maintainability demonstration in this context is just one special data source for the generation of maintainability data under simulated conditions.

— *Acquisition and analysis of data*

Data collection, review and screening to ensure their applicability.

— *Evaluation*

Processing of data using mathematical models or checklists to obtain quantitative characteristics or qualitative properties of maintainability.

— *Comparison with requirements*

The results of the evaluation are compared with specified maintainability characteristics and properties to check whether maintainability requirements are met.

In addition the following information is necessary for a complete maintainability verification:

— *Item maintenance plan*

The maintenance policy should be defined for the interpretation of both historical data and data from other sources. The maintenance plan also defines conditions and constraints on maintenance and support to be considered in the process of maintainability verification.

— *Reliability data*

Relevant reliability indices, such as the expected frequency of maintenance actions, may be required for the calculation of some maintainability indices from estimated or observed times for single maintenance actions. Reliability data will also affect aspects of verification such as establishing priorities, thus giving prerequisites for evaluation. If this information is not available or is incomplete, assumptions should be stated. The quality of available information and the assumptions made will affect the relevancy of verification results.

5.1.2 Conditions and constraints

Methods should be specified by the customer or selected by the contractor and described in the maintainability programme plan (see Publication 706-1, Section Three). The following should be considered in deciding between alternative verification procedures related to each maintainability requirement:

- *Ressources disponibles*
Dans le cas où une limite budgétaire est spécifiée contractuellement, cet élément aura une influence sur la sélection des méthodes de vérification. La future utilisation possible de moyens de vérification devra être prise en compte.
- *Critères d'acceptation*
Les critères d'acceptation concernant chaque exigence de maintenabilité spécifiée devront être soupesés vis-à-vis des exigences de coûts et de délais.
- *Contraintes de temps*
Le choix entre les méthodes de vérification peut être restreint par des exigences affectant la disponibilité des résultats en temps utile. La procédure devra être organisée en respectant le calendrier global du programme.
- *Disponibilité d'échantillons d'essais et/ou d'équipements de support logistique*
Particulièrement lorsque des essais de démonstration de la maintenabilité doivent être effectués, on devra s'assurer que le calendrier des essais est en accord avec le calendrier global du programme, et que les échantillons d'essais ainsi que les équipements adéquats nécessaires sont disponibles en temps voulu à l'intérieur de la période prévue pour les essais.
- *Niveau de compétence et expérience des analystes en maintenabilité*
La vérification de la maintenabilité, basée sur les revues de projet ou l'analyse, fait appel à du personnel hautement qualifié et expérimenté afin d'analyser les dessins et les plans.
- *Risques de décisions erronées*
Ceux-ci devront être estimés en fonction de la complexité du dispositif ainsi que de la qualité et de la quantité des données d'expérience.
- *Exigences particulières en matière de soutien logistique*
Cela concerne le matériel de vérification, les moyens, la qualification du personnel, etc.
- *Influence des conditions d'environnement ou des hypothèses*
Tout écart vis-à-vis de l'environnement opérationnel en matière de maintenance et/ou de matériel de vérification, de moyens, de rechanges, de niveau de compétence du personnel, etc., devra être particulièrement soumis à estimation.
- *Recueil des données*
Les exigences concernant le recueil de données représentatives de la maintenabilité durant les essais et le fonctionnement opérationnel devront être clairement identifiées. Cela comprend les formats, les codes, le traitement des données, etc.
- *Relation client-titulaire du contrat*
Toute autorité en matière de surveillance, de refus ou de contrôle, assurée par le client, devra être clairement définie.
- *Garanties et cautions en matière de maintenabilité*
Les conséquences contractuelles résultant du non-respect des exigences de maintenabilité ou des critères d'acceptation devront être spécifiées, par exemple sous forme de pénalités ou bien de pertes de primes.

5.2 Concepts de vérification

5.2.1 Règles de base et liaisons

Le processus de vérification de la maintenabilité est orienté en vue de fournir des informations adéquates et en temps opportun concernant le degré de satisfaction des exigences de maintenabilité. Comme ces exigences peuvent être exprimées sous formes qualitative ou quantitative, la procédure de vérification de la maintenabilité doit être conçue en conséquence, en utilisant l'une des méthodes suivantes de vérification, ou bien une combinaison d'entre elles:

- analyse et examen critique;
- études de conception et essais;

- *Resources available*
If a budget limit is contractually specified, this will influence the selection of verification methods. Possible future usability of verification facilities should be taken into account.
- *Acceptance criteria*
The acceptance criteria for each specified maintainability requirement should be traded against cost and time requirements.
- *Time constraints*
The choice between verification methods may be restricted by requirements affecting the timely availability of results. The procedure should be structured in accordance with the overall programme schedule.
- *Availability of test samples and/or support equipment*
Especially when maintainability demonstration tests are to be conducted, it should be ensured that the test schedule is in agreement with the overall programme schedule, and that the test samples and the support equipment required are readily available during the time period envisaged for the test.
- *Skill level and experience of maintainability analysts*
Maintainability verification, based on design reviews or analysis, calls for highly qualified and experienced personnel to analyse drawings and plans.
- *Risk of wrong decisions*
These should be assessed with regard to the item's complexity and the quality and amount of historical data.
- *Special support requirements*
Checkout equipment, facilities, personnel qualification, etc.
- *Influence of environmental conditions or assumptions*
Any deviation from the operational environment in terms of maintenance/checkout equipment, facilities, spares, personnel skill level, etc., should be particularly assessed.
- *Data collection*
The requirements concerning the collection of representative maintainability data during test and operation should be clearly identified. This includes formats, codes, data processing, etc.
- *Customer-contractor relationship*
Any monitoring, rejection or control authority assumed by the customer should be clearly defined.
- *Maintainability warranties and guarantees*
Contractual consequences of not meeting maintainability requirements or acceptance criteria should be specified, for example, in terms of penalties or loss of incentives.

5.2 Verification concepts

5.2.1 Ground rules and relationships

The maintainability verification process is directed towards providing adequate and timely information concerning the degree of achievement of maintainability requirements. Since these requirements may be expressed in qualitative or in quantitative form, the maintainability verification procedure shall be designed accordingly, using one of the following methods of verification or a combination of them:

- analysis and review;
- design studies and tests;

— démonstration par des essais ou bien durant l'utilisation opérationnelle.

Les aspects à la fois qualitatifs et quantitatifs de vérification de la maintenabilité peuvent être couverts par un choix approprié des méthodes, comme cela est indiqué sur la figure 1.

		Analyse et examen critique	Etudes de conception et essais	Démon- stration	Utilisation en phase opération- nelle
Procédures de vérification qualitative	Revue de projet	X			
	Examen critique de l'expérience issue d'essais	X	X	X	
	Etudes de simplicité de maintenance		X		
	Examen critique de l'analyse des opérations de maintenance	X		X	
	Examen critique de l'expérience opérationnelle				X
Procédures de vérification quantitative	Estimation prévisionnelle de maintenabilité	X	X		
	Vérification basée sur des données d'essais		X	X	
	Vérification basée sur des données d'exploitation				X

FIG. 1 — Procédures de vérification qualitative et quantitative de la maintenabilité.

5.2.2 Procédures de vérification qualitative

5.2.2.1 Revue de projet

Les caractéristiques qualitatives de maintenabilité peuvent être vérifiées lors de la revue de projet générale du produit, en procédant à l'évaluation de la documentation concernant la conception, eu égard à un ensemble d'exigences de conception et de normes techniques.

En fonction de la nature du projet, une liste de contrôle concernant des caractéristiques spécifiques de maintenabilité devra être utilisée comme ligne directrice (voir également la section cinq).

Ce type de recherche nécessite une bonne estimation technique des caractéristiques de maintenabilité relatives à la conception d'un projet. Il conviendra de s'appuyer sur une expérience antérieure. Cela peut être appliqué au stade de la conception, en tant que partie des pratiques techniques courantes, afin d'améliorer la conception étape par étape. Dans le but de vérifier la maintenabilité, la revue de projet est généralement utilisée uniquement en combinaison avec quelques autres méthodes.

5.2.2.2 Examen critique de l'expérience issue d'essais

Les données provenant de l'utilisation opérationnelle ne sont généralement pas disponibles, ou bien présentes trop tard, pour une vérification en temps utile de la maintenabilité. Cependant, de