

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60863

Première édition
First edition
1986-05

**Présentation des résultats de la prévision
des caractéristiques de fiabilité, maintenabilité
et disponibilité**

**Presentation of reliability, maintainability
and availability predictions**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60863: 1986

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera: la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60863

Première édition
First edition
1986-05

**Présentation des résultats de la prévision
des caractéristiques de fiabilité, maintenabilité
et disponibilité**

**Presentation of reliability, maintainability
and availability predictions**

© IEC 1986 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions des termes	6
4. Contenu de la présentation	6
5. Exigences particulières pour la présentation	6
5.1 Résumé	6
5.2 But de la prévision	10
5.3 Objet de la prévision	10
5.4 Caractéristiques	10
5.5 Exigences et conditions	10
5.6 Analyse	14
5.7 Modèles	14
5.8 Sources de données	18
5.9 Principes de calcul	18
5.10 Résultats de la prévision	18
TABLEAU I — Information nécessaire	8
FIGURE 1 — Diagramme méthodique	20
ANNEXE A — Tâches de prévision	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Definition of terms	7
4. Contents of the presentation	7
5. Detail requirements of the presentation	7
5.1 Summary	7
5.2 Purpose of prediction	11
5.3 Object of prediction	11
5.4 Characteristics	11
5.5 Requirements and conditions	11
5.6 Analysis	15
5.7 Models	15
5.8 Data sources	19
5.9 Calculation principles	19
5.10 Prediction results	19
 TABLE I — Required information	 9
FIGURE 1 — Procedural flow	21
APPENDIX A — Prediction tasks	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DE LA PRÉVISION
DES CARACTÉRISTIQUES DE FIABILITÉ, MAINTENABILITÉ
ET DISPONIBILITÉ**

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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
56(BC)80	56(BC)89	56(BC)104	56(BC)108

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s 68 (—): Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
271 (1974): Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PRESENTATION OF RELIABILITY, MAINTAINABILITY
AND AVAILABILITY PREDICTIONS**

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.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
56(CO)80	56(CO)89	56(CO)104	56(CO)108

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 68 (—): Basic Environmental Testing Procedures.
271 (1974): List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability.

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DE LA PRÉVISION DES CARACTÉRISTIQUES DE FIABILITÉ, MAINTENABILITÉ ET DISPONIBILITÉ

1. Domaine d'application

La présente norme définit les éléments qu'il convient de prendre en considération pour la présentation de l'information relative aux prévisions des caractéristiques quantitatives de fiabilité, maintenabilité et disponibilité de systèmes et d'équipements, incluant le matériel, le logiciel et les éléments humains.

2. Objet

L'objet de cette norme est de fournir, au rédacteur d'un rapport de prévision, la liste de tous les éléments à considérer pour faire une présentation correcte et exhaustive des données de prévision. Cette méthode recommandée de présentation a pour ambition de faciliter les comparaisons entre des projets ou des rapports.

L'objet d'une présentation des informations sur une prévision est de fournir, au lecteur du rapport, une information suffisante pour l'évaluation des résultats de prévision et des principes et moyens par lesquels ceux-ci ont été obtenus.

Note. — Une prévision des caractéristiques de fiabilité, maintenabilité et disponibilité peut généralement être vue comme une méthode à plusieurs étages. A titre d'exemple, l'annexe A a pour but de clarifier les principes de présentation des prévisions. La procédure elle-même ne doit pas être considérée comme une norme.

3. Définitions des termes

Les termes utilisés dans la présente norme sont en accord avec les définitions de la Publication 271 de la CEI: Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.

4. Contenu de la présentation

La présentation de l'information relative à une prévision de caractéristiques de fiabilité, de maintenabilité et de disponibilité doit être faite dans un rapport contenant les éléments énumérés dans le tableau I.

L'extension de la présentation (c'est-à-dire quels détails doivent être donnés et en quel nombre) dépend du but de la prévision. Pour une prévision spécifique, toutes les étapes de procédure et les conditions des paragraphes 5.2 à 5.10 ne sont pas nécessairement applicables. Par exemple, une pure prévision de fiabilité d'un appareil simple ou d'un logiciel peut s'effectuer sans tenir compte de la maintenance.

5. Exigences particulières pour la présentation

Les paragraphes suivants traitent des exigences spécifiques énumérées dans le tableau I.

5.1 Résumé

L'objet de la prévision, les principales conditions d'emploi, la politique logistique de maintenance et les résultats doivent être résumés. Toutes les hypothèses fondamentales et simplificatrices doivent être données.

PRESENTATION OF RELIABILITY, MAINTAINABILITY AND AVAILABILITY PREDICTIONS

1. Scope

This standard defines the items that should be considered for the presentation of information regarding predictions of quantitative characteristics of reliability, maintainability and availability of systems and equipment, including hardware, software and human elements.

2. Object

The object of this standard is to provide the writer of a prediction report with a complete listing of all items to be considered in making a proper and full presentation of prediction information. This recommended way of presentation is intended to facilitate comparisons between projects or reports.

The purpose of a presentation of information on a prediction is to provide the reader of the report with sufficient information for the evaluation of the prediction results and on the principles and means by which these were obtained.

Note. — A prediction of reliability, maintainability and availability characteristics can generally be seen as a multistage procedure. As an example, Appendix A is intended to clarify the principles of presentation of predictions. The procedure itself is not to be considered as a standard.

3. Definition of terms

The terms used in this standard are in accordance with the definitions in IEC Publication 271: List of Basic Terms, Definitions and Related Mathematics for Reliability.

4. Contents of the presentation

The presentation of information regarding a prediction of reliability, maintainability and availability characteristics shall be given in a report containing the items as stated in Table I.

The depth of presentation (i.e. which and how many details to be given) is dependent on the purpose of the prediction. For a specific prediction not all procedure steps and conditions in Sub-clauses 5.2 to 5.10 are necessarily applicable. For example, a pure reliability prediction of a simple apparatus or software unit may proceed without any relation to maintenance.

5. Detail requirements of the presentation

The following sub-clauses enlarge upon the specific requirements listed in Table 1.

5.1 Summary

The object of the prediction, main use conditions, maintenance support policy and the result shall be summarized. Any fundamental, simplifying assumptions shall be stated.

TABLEAU I
Information nécessaire

Type d'information	Paragraphe	Caractéristiques prédites			
		Fiabilité		Maintenabilité	Disponibilité
		Dispositifs maintenus avec redondance	Autres dispositifs		
Résumé	5.1	R	R	R	R
But de la prévision	5.2	R	R	R	R
Objet de la prévision	5.3	R	R	R	R
Caractéristiques	5.4	R	R	R	R
Exigences et conditions	5.5				
Fonctions de l'équipement ou du système	5.5.1	R	R	C/R	R
Définitions des défaillances	5.5.2	R	R	C/R	R
Programme de qualité/fiabilité	5.5.3	R	R	N/A	R
Conditions d'environnement	5.5.4	R	R	C/R	R
Conditions opérationnelles	5.5.5	R	R	N/A	R
Définitions des activités de maintenance	5.5.6	R	N/A	R	R
Conditions de maintenance préventive	5.5.7	R	R	R	R
Ressources de maintenance corrective	5.5.8	R	N/A	R	R
Conditions de la logistique de maintenance	5.5.9	R	N/A	C/R	R
Analyse	5.6				
Analyse de la structure de fiabilité	5.6.1	R	R	C/R	R
Analyse des contraintes	5.6.2	R	R	N/A	R
Analyse de maintenabilité	5.6.3	R	N/A	R	R
Analyse de la logistique de maintenance	5.6.4	R	N/A	C/R	R
Modèles	5.7				
Fiabilité	5.7.1				
Modèle de structure	5.7.1.1	R	R	C/R	N/A
Adaptation du modèle	5.7.1.2	R	R	N/A	N/A
Modèle mathématique	5.7.1.3	R	R	N/A	N/A
Maintenabilité	5.7.2				
Modèle de structure	5.7.2.1	C/R	N/A	R	N/A
Adaptation du modèle	5.7.2.2	N/A	N/A	R	N/A
Modèle mathématique	5.7.2.3	N/A	N/A	R	N/A
Disponibilité	5.7.3				
Modèle de structure	5.7.3.1	N/A	N/A	N/A	R
Adaptation du modèle	5.7.3.2	N/A	N/A	N/A	R
Modèle mathématique	5.7.3.3	N/A	N/A	N/A	R
Sources de données	5.8				
Données de fiabilité	5.8.1	R	R	C/R	R
Données de maintenabilité	5.8.2	R	N/A	R	R
Données de logistique de maintenance	5.8.3	R	N/A	C/R	R
Principes de calcul	5.9	R	R	R	R
Résultats de la prévision	5.10	R	R	R	R

R = Requis

C/R = Requis sous conditions

N/A = Non applicable

TABLE I
Required information

Information	Sub-clause	Predicted characteristics			
		Reliability		Maintainability	Availability
		Maintained items with redundancy	Other items		
Summary	5.1	R	R	R	R
Purpose of prediction	5.2	R	R	R	R
Object of prediction	5.3	R	R	R	R
Characteristics	5.4	R	R	R	R
Requirements and conditions	5.5				
System/equipment functions	5.5.1	R	R	C/R	R
Failure definitions	5.5.2	R	R	C/R	R
Quality/reliability programme	5.5.3	R	R	N/A	R
Environmental conditions	5.5.4	R	R	C/R	R
Operational conditions	5.5.5	R	R	N/A	R
Definition of maintenance actions	5.5.6	R	N/A	R	R
Preventive maintenance conditions	5.5.7	R	R	R	R
Corrective maintenance conditions	5.5.8	R	N/A	R	R
Maintenance support conditions	5.5.9	R	N/A	C/R	R
Analysis	5.6				
Reliability structure analysis	5.6.1	R	R	C/R	R
Stress analysis	5.6.2	R	R	N/A	R
Maintainability analysis	5.6.3	R	N/A	R	R
Maintenance support analysis	5.6.4	R	N/A	C/R	R
Models	5.7				
Reliability	5.7.1				
Structure model	5.7.1.1	R	R	C/R	N/A
Model adaptation	5.7.1.2	R	R	N/A	N/A
Mathematical model	5.7.1.3	R	R	N/A	N/A
Maintainability	5.7.2				
Structure model	5.7.2.1	C/R	N/A	R	N/A
Model adaptation	5.7.2.2	N/A	N/A	R	N/A
Mathematical model	5.7.2.3	N/A	N/A	R	N/A
Availability	5.7.3				
Structure model	5.7.3.1	N/A	N/A	N/A	R
Model adaptation	5.7.3.2	N/A	N/A	N/A	R
Mathematical model	5.7.3.3	N/A	N/A	N/A	R
Data sources	5.8				
Reliability data	5.8.1	R	R	C/R	R
Maintainability data	5.8.2	R	N/A	R	R
Maintenance support data	5.8.3	R	N/A	C/R	R
Calculation principles	5.9	R	R	R	R
Prediction results	5.10	R	R	R	R

R = Required

C/R = Conditionally required

N/A = Not applicable

5.2 *But de la prévision*

Le but d'une prévision peut varier selon qu'il s'agit de fournir une base à un travail de spécification, à une analyse de conception ou à un programme de maintenance. Elle peut aussi attirer l'attention sur des points faibles dans le système et dans l'organisation de la maintenance et suggérer des améliorations possibles.

Le but est d'orienter le choix des mesures de fiabilité, des méthodes d'analyse, des sources de données, du type d'extension de la présentation des résultats, etc.

Le but de la prévision et la relation entre celle-ci et toute autre partie du programme de fiabilité, maintenabilité et disponibilité doivent donc être clairement indiqués.

5.3 *Objet de la prévision*

Les renseignements nécessaires pour identifier entièrement l'objet de la prévision doivent être donnés.

Cela comprendra, si applicable:

- a) le type du système ou d'équipement/du module/du composant et la spécification, y compris le niveau de mise au point;
- b) la politique logistique de maintenance;
- c) le niveau de maintenance (dans le cas d'une prévision de maintenabilité).

Les hypothèses sur les performances et le savoir-faire du personnel, si la prévision en comprend, doivent être décrites correctement et quantifiées pour permettre des mesures correctes dans l'évaluation de la performance de l'équipement ou du système.

Les informations documentaires à prendre en compte, telles que des descriptions et des diagrammes, doivent être indiquées ou au moins rappelées en référence.

5.4 *Caractéristiques*

Les caractéristiques de fiabilité, maintenabilité, disponibilité du système ou de l'équipement, qui sont le but final de la prévision, doivent être indiquées.

Chaque caractéristique doit être définie par une des manières suivantes:

- a) par référence à la Publication 271 de la CEI;
- b) explicitement dans le rapport de prévision;
- c) par référence aux documents relatifs au système ou à l'équipement, tels que les exigences spécifiées de fiabilité, maintenabilité et disponibilité.

5.5 *Exigences et conditions*

Dans la mesure du possible, toutes les prévisions doivent être fondées sur des conditions et des exigences prédéterminées.

5.5.1 *Fonctions de l'équipement ou du système*

Un équipement ou un système peut être supposé fonctionner selon plusieurs modes ou exécuter des séquences de fonctions. Toute fonction ou séquence de fonction, couverte par la prévision, doit être donnée. Toute fonction ou tout équipement exclu de la prévision doit être aussi précisé, ainsi que la raison de son exclusion.

5.5.2 *Définitions des défaillances*

Les caractéristiques de fiabilité et de disponibilité sont généralement dépendantes des définitions de défaillances utilisées. Les définitions des défaillances applicables au système ou à l'équipement doivent donc être indiquées. Les définitions de la défaillance doivent aussi être données pour tous les dispositifs pour lesquels des données quantitatives sont utilisées dans les modèles de prévision.

5.2 *Purpose of prediction*

The aim of a prediction may vary, such as to provide a basis for specification work, design analysis or planning of maintenance. It may also be to call attention to weak points in the system and in the maintenance organization and to suggest possible improvements.

The intention is to govern the choice of reliability measures, methods of analysis, data sources, type and depth of presentation of results, etc.

Therefore, the purpose of the prediction and the relationship between the prediction and any other part of the reliability, maintainability and availability programme shall be clearly stated.

5.3 *Object of prediction*

Information needed to identify completely the object of the prediction shall be stated.

This should, if applicable, include:

- a) system/equipment/software program/module/component type and specification, including development status;
- b) maintenance support policy;
- c) level of maintenance (in case of maintainability prediction).

Where prediction includes assumption of human performance and skill these shall be properly described and quantified to permit proper measurement in system or equipment performance evaluation.

Relevant documented information, such as descriptions and diagrams, shall be included or at least referenced.

5.4 *Characteristics*

The system or equipment reliability, maintainability and availability characteristics which constitute the final objective of the prediction, shall be stated.

Each characteristic shall be defined in one of the following ways:

- a) by reference to IEC Publication 271;
- b) explicitly in the prediction report;
- c) by reference to relevant system or equipment documents, such as specifications of reliability, maintainability and availability requirements.

5.5 *Requirements and conditions*

Where possible all predictions should be based on predetermined requirements and conditions.

5.5.1 *System/equipment functions*

A system or equipment may be intended to function in many modes or to carry out sequences of functions. Any such function or sequence of functions, covered by the prediction, shall be stated. Any function or equipment excluded from the prediction shall be identified and the reason given.

5.5.2 *Failure definitions*

The reliability and availability characteristics are generally dependent on the failure definitions used. The applicable definitions of failures of the system or equipment shall therefore be stated. Failure definitions shall also be stated for all items for which quantitative data are used in the prediction models.

5.5.3 *Programme de qualité/fiabilité*

La qualité et la maturité du système ou de l'équipement doivent être indiquées, par exemple en termes de:

- a) déverminage du système ou de l'équipement;
- b) référence au programme de qualité/fiabilité du système ou de l'équipement et des composants;
- c) sélection des composants.

Toute hypothèse relative à la croissance de la fiabilité ou de la maintenabilité doit être donnée.

5.5.4 *Conditions d'environnement*

Les conditions d'environnement pour lesquelles la prévision est effectuée doivent être indiquées. Ces conditions devront être données en se référant aux degrés de sévérité des facteurs d'environnement applicables de la Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

Dans certains cas, il peut aussi être pertinent de faire des prévisions pour plusieurs combinaisons de facteurs d'environnement et de sévérité, couvrant par exemple le stockage, le transport et le fonctionnement.

5.5.5 *Conditions opérationnelles*

Les conditions opérationnelles pour lesquelles la prévision est effectuée doivent être indiquées. Les catégories suivantes de conditions doivent, au moins, être prises en considération:

- a) les interfaces, la charge des entrées-sorties, incluant le type, l'intensité, la fréquence et la durée des fonctions utilisées;
- b) le maniement réel du système, de l'équipement ou du véhicule logiciel;
- c) le support opérationnel, tel que l'alimentation de puissance, le refroidissement, les produits consommables.

5.5.6 *Définition des activités de maintenance*

Il faut indiquer le niveau de complexité du système ou de l'équipement auquel la maintenance corrective sera conduite. Cela pourrait être le niveau des ensembles remplaçables ou le niveau du composant. La décision sera déduite d'une analyse de maintenance fondée, par exemple, sur les modes de défaillance, la modularisation, les fonctions d'essai. On devra décider également si une maintenance corrective sera réalisée lorsque tout composant ou sous-système sera tombé en panne ou uniquement lorsque le système sera défaillant.

Une liste des actions de maintenance doit être donnée en tant que résultat. L'analyse de maintenabilité doit être donnée en référence ou explicitée dans le rapport de prévision.

Les tâches incluses dans une action de maintenance complète doivent donc être données, par exemple la détection des défaillances, la localisation des défaillances, le remplacement ou la modification, programmée ou non, d'une pièce ou d'un composant, la vérification fonctionnelle.

5.5.7 *Conditions de maintenance préventive*

Les conditions de maintenance préventive pour lesquelles la prévision est effectuée doivent être données sous la forme:

- a) de catégories et de normes des ressources de maintenance préventive (voir paragraphe 5.5.8);
- b) de catégories des actions de maintenance préventive;
- c) de critères décidant de la chronologie de la maintenance préventive, par exemple intervalles fixes entre actions ou degré d'usure;
- d) d'effets sur l'aptitude du système à fonctionner.

5.5.3 *Quality/reliability programme*

The quality and maturity of the system or equipment shall be stated, for instance, in terms of:

- a) system or equipment burn-in;
- b) reference to quality/reliability programme of system or equipment and components;
- c) component screening.

Any assumption regarding reliability or maintainability growth shall be stated.

5.5.4 *Environmental conditions*

The environmental conditions for which the prediction is performed shall be stated. The conditions should be stated with reference to degrees of severity of applicable environmental factors in IEC Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.

In some cases, it may also be pertinent to make predictions for several different combinations of environmental factors and severities, covering for instance storage, transport and operation.

5.5.5 *Operational conditions*

The operational conditions for which the prediction is performed shall be stated. The following categories of conditions, at least, shall be considered:

- a) interfaces, input and output loading, including type, intensity, frequency and duration of functions used;
- b) actual handling of the system, equipment or software media;
- c) operational support, such as supply of power, coolants, consumables.

5.5.6 *Definition of maintenance actions*

The system or equipment complexity level shall be stated, at which corrective maintenance is to be performed. This could be the replaceable or modifiable unit level or the component level. The decision will be derived from a maintenance analysis based on, for example, failure modes, modularization, test functions. It shall also be stated whether corrective maintenance will be undertaken when any component or sub-system has failed or only when the system has failed.

As a result, a list of maintenance actions shall be given. The maintainability analysis shall be referenced or given in the prediction report.

The tasks included in a complete maintenance action shall therefore be stated, for example, failure detection, failure localization, scheduled or unscheduled replacement or modification of a unit or component, functional check-out.

5.5.7 *Preventive maintenance conditions*

The preventive maintenance conditions for which the prediction is performed shall be stated in the form of:

- a) categories and standards of preventive maintenance resources (see Sub-clause 5.5.8);
- b) categories of preventive maintenance actions;
- c) criteria governing the scheduling of preventive maintenance, for example fixed intervals between actions or degree of wear-out;
- d) effects on system operational readiness.

5.5.8 *Ressources de maintenance corrective*

Les catégories et les normes des ressources de maintenance corrective doivent être définies. Elles peuvent inclure:

- a) les ensembles de remplacement;
- b) les composants de rechange;
- c) les véhicules logiciels;
- d) les équipements d'essai;
- e) l'outillage;
- f) les programmes d'essai;
- g) la documentation;
- h) la compétence du personnel.

5.5.9 *Conditions de la logistique de maintenance*

La disponibilité et certaines caractéristiques de fiabilité et de maintenabilité sont généralement dépendantes de la quantité de ressources et de l'organisation logistique de la maintenance.

Les conditions de la logistique de maintenance pour lesquelles la prévision est effectuée doivent être données, par exemple probabilité de rupture de stock de rechanges ou disponibilité des réparateurs. On doit décider si une maintenance corrective sur un certain nombre de dispositifs en panne sera effectuée simultanément ou si les réparations seront effectuées séquentiellement.

5.6 *Analyse*

5.6.1 *Analyse de la structure de fiabilité*

L'analyse de la structure de fiabilité de l'objet considéré comme un système donne comme résultat un modèle de fiabilité. Ce modèle peut être une description graphique de l'équipement. Les méthodes d'analyse choisies doivent être indiquées. Il convient également d'indiquer le motif du choix effectué.

5.6.2 *Analyse des contraintes*

Les principes et procédures utilisés pour déterminer les valeurs de tous les paramètres de contraintes à prendre en compte doivent être indiqués.

5.6.3 *Analyse de la maintenabilité*

Toutes les tâches, sous-tâches et séquences de tâches nécessaires pour effectuer chaque action de maintenance doivent être indiquées.

5.6.4 *Analyse de la logistique de maintenance*

Tous les facteurs qui influent sur l'aptitude à effectuer la maintenance requise (corrective ou préventive) doivent être indiqués. De tels facteurs peuvent être les possibilités techniques, les capacités en personnel et d'ordre administratif, aussi bien que les règles pour le stockage et le réapprovisionnement en composants de rechange.

5.7 *Modèles*

Tous les modèles mathématiques utilisés doivent être définis ou rappelés en référence de manière explicite.

5.7.1 *Fiabilité*

On définira quel type de méthode de prédiction (tel que le comptage des composants ou l'analyse de contrainte) et quel type de modèle de fiabilité pour les composants sont utilisés.

5.5.8 *Corrective maintenance resources*

Categories and standards of corrective maintenance resources shall be defined. These may include:

- a) replacement units;
- b) spare components;
- c) software media;
- d) test equipment;
- e) tools;
- f) test programs;
- g) documentation;
- h) personnel.

5.5.9 *Maintenance support conditions*

Availability and certain reliability and maintainability characteristics are generally dependent on the amount of resources and on the organization of maintenance support.

The maintenance support conditions for which the prediction is performed shall be stated, for instance, probability of spares shortage or availability of repair men. It shall be stated whether corrective maintenance on a number of failed items will proceed simultaneously or whether repair will be carried out sequentially.

5.6 *Analysis*

5.6.1 *Reliability structure analysis*

The reliability structure analysis of the object regarded as a system gives as a result a reliability model. This model may be a graphical description. The chosen methods of analysis shall be stated. The reason for the choice should also be given.

5.6.2 *Stress analysis*

Principles and procedures used to determine values of all relevant stress parameters shall be stated.

5.6.3 *Maintainability analysis*

All tasks, sub-tasks and sequences of tasks necessary to perform each maintenance action shall be stated.

5.6.4 *Maintenance support analysis*

All factors which influence the ability to perform required maintenance (corrective or preventive) shall be stated. Such factors may be technical, personnel and administrative resources as well as rules for stocking and replenishment of spare components.

5.7 *Models*

All mathematical models used shall be explicitly stated or referenced.

5.7.1 *Reliability*

It shall be stated which type of prediction method (such as parts count or stress analysis) and which type of reliability model of components is used.

5.7.1.1 *Modèle de structure*

Un modèle de fiabilité doit être donné avec sa justification, les hypothèses et l'adéquation du choix. Les modèles de référence peuvent être présentés soit par des diagrammes de fiabilité, des arbres de défaillances, des diagrammes d'états, ou leurs combinaisons appropriées.

Tous les graphes utilisés doivent être accompagnés des informations suffisantes pour corréler les éléments du modèle de fiabilité, aussi bien avec les parties du système ou de l'équipement qu'avec le modèle mathématique appliqué aux caractéristiques de fiabilité. La signification de tous les symboles utilisés pour la description graphique du modèle de fiabilité doit être indiquée.

5.7.1.2 *Adaptation du modèle*

Toutes les hypothèses, simplifications et approximations faites pour transformer le modèle de structure dans le modèle mathématique correspondant doivent être données. En particulier, toute influence des conditions de la logistique de maintenance ou des propriétés de maintenabilité et de disponibilité doit être indiquée. Des exemples pourraient être la maintenabilité d'ensembles redondants ou le degré de maintenance préventive.

5.7.1.3 *Modèle mathématique*

Si la prévision de fiabilité est conduite par une méthode qui procède par étapes sur plusieurs niveaux fonctionnels du système ou de l'équipement, alors les modèles mathématiques utilisés doivent être présentés séparément pour chaque niveau et pour chaque caractéristique de fiabilité.

5.7.2 *Maintenabilité*

5.7.2.1 *Modèle de structure*

Un modèle de maintenabilité doit être donné avec sa justification, les hypothèses choisies et son adéquation. Le modèle peut être présenté par listes des diagrammes de cheminement, diagrammes de séquences ou des tâches de maintenance, sous-tâches ou actions de maintenance.

Des informations suffisantes doivent être fournies pour corréler les éléments du modèle de structure, aussi bien avec les parties du système ou de l'équipement et les conditions de maintenance qu'avec le modèle mathématique adéquat, appliqué à la caractéristique de maintenabilité.

5.7.2.2 *Adaptation du modèle*

Toutes les hypothèses, simplifications et approximations faites pour transformer le modèle de structure dans le modèle mathématique correspondant doivent être indiquées. En particulier, toute dépendance à l'égard de la fiabilité et de la disponibilité doit être indiquée. Un exemple pourrait être le taux de défaillance des éléments ou composants pour estimer la fréquence des tâches de maintenance ou pour calculer les paramètres de maintenabilité du système dans le cas de conceptions avec redondances.

5.7.2.3 *Modèle mathématique*

Si la prévision de maintenabilité est conduite par une méthode qui procède par étapes sur plusieurs niveaux fonctionnels du système ou de l'équipement, alors les modèles mathématiques doivent être présentés séparément pour chaque niveau et pour chaque caractéristique de maintenabilité.

5.7.3 *Disponibilité*

5.7.3.1 *Modèle de structure*

Le modèle de structure de disponibilité doit être donné, soit en se référant aux modèles de fiabilité et de maintenabilité soit séparément, par exemple au moyen de diagrammes de fiabilité, d'arbres de défaillances, de diagrammes d'états ou d'autres combinaisons appropriées.

5.7.1.1 *Structure model*

A reliability model shall be given, together with its justification, assumptions and relevancy. The referred models may be presented as block diagrams, failure trees, state diagrams or other suitable representations.

Any graphs used shall be accompanied by sufficient information needed to interrelate items of the reliability model, both with the system or equipment parts and with the mathematical model applied to the reliability characteristics. The significance of any symbols used for the graphical description of the reliability model shall be stated.

5.7.1.2 *Model adaptation*

All assumptions, simplifications and approximations made when transforming the structure model into the corresponding mathematical model shall be given. In particular, any dependence on maintenance support conditions or maintainability and availability properties shall be stated. Examples: maintainability of redundant units or the degree of preventive maintenance.

5.7.1.3 *Mathematical model*

If the reliability prediction is performed by a stepwise procedure through several functional levels of the system or equipment, then the mathematical models used shall be presented separately for each level and for each reliability characteristic.

5.7.2 *Maintainability*

5.7.2.1 *Structure model*

A maintainability model shall be given, together with the justification, assumption and relevancy. The model may be presented as flow charts, sequence diagrams or a listing of maintenance tasks and sub-tasks or maintenance actions.

Sufficient information shall be provided to interrelate the items of the structure model both with the system or equipment parts and maintenance conditions and with the applied mathematical model relevant to the maintainability characteristic.

5.7.2.2 *Model adaptation*

All assumptions, simplifications and approximations made when transforming the structure model into the corresponding mathematical model shall be given. In particular, any dependence on reliability and availability shall be stated. Example: failure rate of units or components for estimating frequency of maintenance tasks or for calculating system maintainability parameters in redundant designs.

5.7.2.3 *Mathematical model*

If the maintainability prediction is performed by a stepwise procedure through several functional levels of the system or equipment, then the mathematical models used shall be presented separately for each level and for each maintainability characteristic.

5.7.3 *Availability*

5.7.3.1 *Structure model*

The availability structure model shall be given either by reference to reliability and maintainability models or separately by means of, for instance, block diagrams, failure trees, state diagrams or other suitable representations.

5.7.3.2 *Adaptation du modèle*

Toutes les hypothèses, simplifications et approximations faites pour transformer le modèle de structure dans le modèle mathématique correspondant doivent être indiquées.

5.7.3.3 *Modèle mathématique*

Si la prévision de disponibilité est conduite par une méthode qui procède par étapes sur plusieurs niveaux fonctionnels du système ou de l'équipement, alors les modèles mathématiques utilisés doivent être présentés séparément pour chaque niveau et pour chaque caractéristique de disponibilité.

5.8 *Sources de données*

Les sources de données doivent être indiquées avec l'information adéquate relativement à la collecte et au traitement de ces données. Tout traitement statistique des données afin de les adapter au(x) modèle(s) mathématique(s) doit être décrit et justifié.

5.8.1 *Données de fiabilité*

Les données de fiabilité utilisées, telles que les taux de défaillance des composants ou la moyenne des temps de bon fonctionnement au niveau de l'élément, doivent être indiquées ou rappelées en référence. On doit décider si les données ont pour origine les prévisions, les essais ou l'utilisation en fonctionnement.

5.8.2 *Données de maintenabilité*

Les données de maintenabilité utilisées, telles que les temps moyens actifs de réparation à différents niveaux, doivent être indiquées ou rappelées en référence.

5.8.3 *Données de la logistique de maintenance*

Les données de la logistique de maintenance utilisées, telles que le nombre de réparateurs et de pièces de rechange, doivent être indiquées soit directement ou en termes probabilistes. Cependant, lorsque ces données peuvent être exprimées brièvement, il peut être pratique de les indiquer ou d'y faire référence avec les conditions de logistique de la maintenance. A titre d'exemple, on peut présenter une probabilité d'avoir un ensemble de rechange disponible en cas de défaillance.

5.9 *Principes de calcul*

Les méthodes de calcul numérique utilisées, y compris les approximations pour les résultats intermédiaires et finals, doivent être indiquées.

5.10 *Résultats de la prévision*

Les résultats numériques, les conclusions et la présentation argumentaire des incertitudes doivent être clairement présentés en fonction du but de la prévision et des caractéristiques choisies pour la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité.

L'applicabilité des résultats de la prévision à d'autres conditions d'environnement, de fonctionnement et de maintenance peut être soulignée.

5.7.3.2 *Model adaptation*

All assumptions, simplifications and approximations made when transforming the structure model into the corresponding mathematical model shall be given.

5.7.3.3 *Mathematical model*

If the availability prediction is performed by a stepwise procedure through several functional levels of the system or equipment, then the mathematical models used shall be presented separately for each level and for each availability characteristic.

5.8 *Data sources*

The sources of the data used shall be stated together with relevant information as to how the data was collected and processed. Any statistical treatment of the data in order to adapt them to the mathematical model(s) shall be described and justified.

5.8.1 *Reliability data*

Reliability data used, such as failure rates or mean times between failures at unit level, shall be stated or referenced. It shall be stated whether data are derived from prediction, test or operation.

5.8.2 *Maintainability data*

Maintainability data used, such as mean active repair times at different levels, shall be stated or referenced.

5.8.3 *Maintenance support data*

Maintenance support data used, such as numbers of repair men and spare parts, shall be stated either directly or in probabilistic terms. However, when these data can be expressed briefly, it may be convenient to state or reference them in conjunction with the maintenance support conditions. An example of this would be to present the probability of a replacement unit being available at failure.

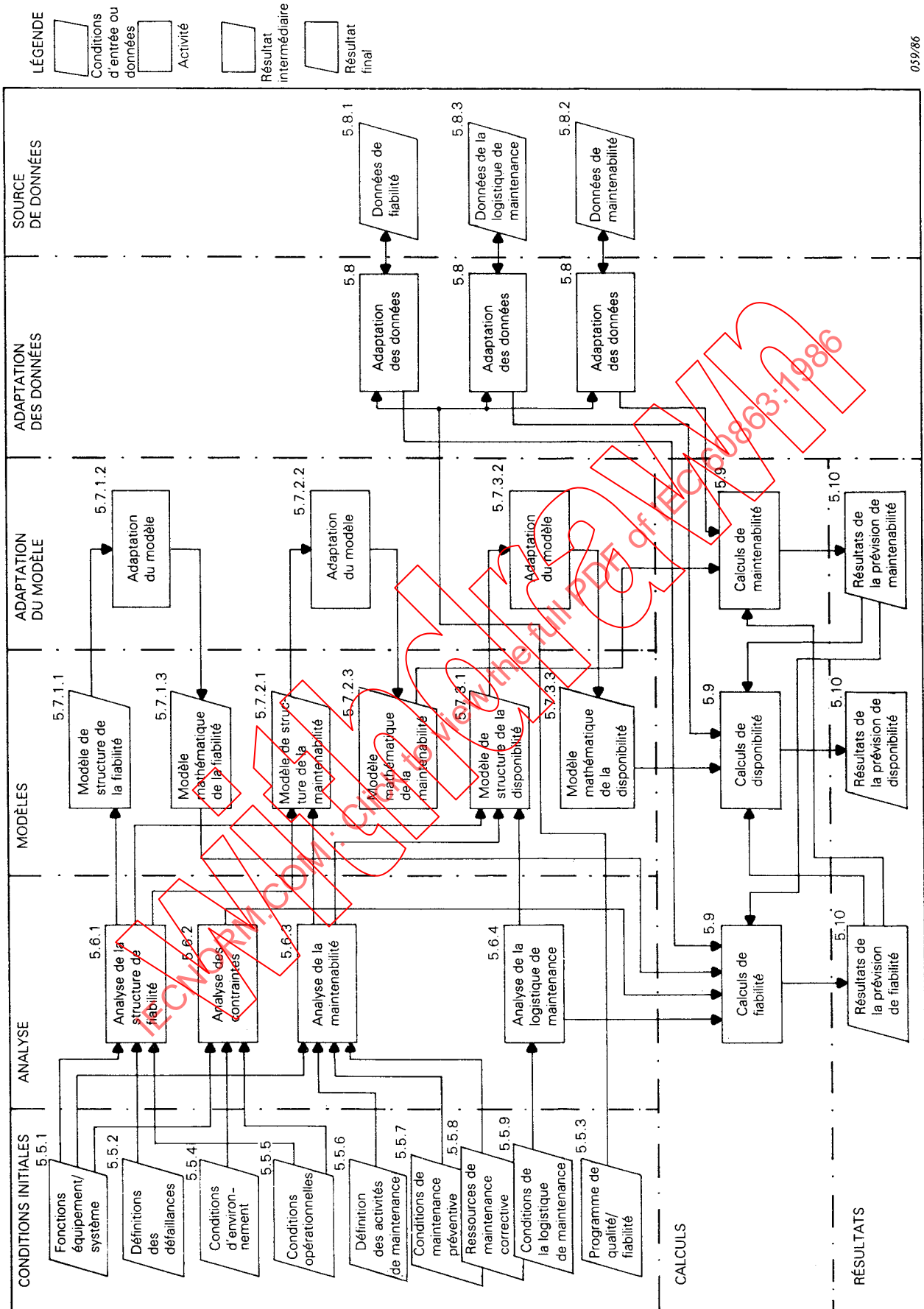
5.9 *Calculation principles*

Methods of numerical calculations including approximations used for the intermediate and final results shall be stated.

5.10 *Prediction results*

The numerical results, conclusions and discussion of uncertainties shall be clearly presented in accordance with the purpose of the prediction and the chosen reliability, availability and maintainability characteristics.

The applicability of the prediction results to other environmental, operational and maintenance conditions may be pointed out.



059/86

FIG. 1. — Diagramme méthodique.