

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60300-3-2

Deuxième édition
Second edition
2004-11

Gestion de la sûreté de fonctionnement –

Partie 3-2:

Guide d'application –

**Recueil de données de sûreté de fonctionnement
dans des conditions d'exploitation**

Dependability management –

Part 3-2:

Application guide –

**Collection of dependability data
from the field**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60300-3-2:2004

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60300-3-2

Deuxième édition
Second edition
2004-11

Gestion de la sûreté de fonctionnement –

Partie 3-2:

Guide d'application –

**Recueil de données de sûreté de fonctionnement
dans des conditions d'exploitation**

Dependability management –

Part 3-2:

Application guide –

**Collection of dependability data
from the field**

© IEC 2004 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Termes et définitions	12
4 Considérations légales	14
5 Objectifs de la collecte de données	14
6 Considérations sur le niveau de rapport	22
7 Quelle analyse effectuer ?.....	22
8 Quelles données collecter ?	24
8.1 Généralités.....	24
8.2 Inventaire	24
8.3 Utilisation	26
8.4 Environnement	26
8.5 Evénements	28
8.6 Sources de données.....	30
9 Méthodes d'analyse et exigences pour les données	32
10 Ressources	36
11 Planning	38
12 Philosophie de la collecte de données	40
12.1 Généralités.....	40
12.2 Basée sur le temps – continue ou discontinue	40
12.3 Complète et limitée	46
12.4 Collecte de données quantitatives et qualitatives	50
12.5 Censure des données dans une collecte	50
13 Méthodes de collecte de données.....	56
13.1 Généralités.....	56
13.2 Gestionnaire des données.....	58
13.3 Automatisation de la collecte des données	58
Annexe A (informative) Qualité des données et des informations	64
Annexe B (informative) Validation des données	70
Annexe C (informative) Référence ISO pour l'échantillonnage	74
Bibliographie.....	76
Figure 1 – Rétroaction dans le processus de conception.....	20
Figure 2 – Collecte de données continue	42
Figure 3 – Collecte de données sur une période	42
Figure 4 – Collecte de données sur plusieurs périodes	44

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
4 Legal considerations	15
5 Objectives of data collection.....	15
6 Considerations on level of reporting	23
7 Which analysis can be performed ?	23
8 Which data can be collected ?	25
8.1 General	25
8.2 Inventory	25
8.3 Usage	27
8.4 Environment	27
8.5 Events.....	29
8.6 Data sources	31
9 Analysis methods and their data requirements.....	33
10 Resources	37
11 Planning	39
12 Philosophies of data collection	41
12.1 General	41
12.2 Time based – continuous and discontinuous.....	41
12.3 Complete and limited.....	47
12.4 Quantitative and qualitative data collection.....	51
12.5 Data censoring in data collection.....	51
13 Methods of data collection.....	57
13.1 General	57
13.2 Data stewardship.....	59
13.3 Automation of data collection	59
Annex A (informative) Data and information quality.....	65
Annex B (informative) Data validation	71
Annex C (informative) ISO references to sampling	75
Bibliography.....	77
Figure 1 – Feedback into design process	21
Figure 2 – Continuous data collection	43
Figure 3 – Windowed data collection.....	43
Figure 4 – Multiple window data collection	45

Figure 5 – Différentes références au temps	46
Figure 6 – Données avec censure à droite (suspendues)	52
Figure 7 – Données censurés par intervalle	54
Figure 8 – Données avec une censure à gauche	54
Figure A.1 – Distinction ente exactitude et précision	68
Tableau 1 – Exigences relatives aux données pour les méthodes de sûreté de fonctionnement, pourquoi les utiliser, et les références CEI	32
Tableau C.1 – Référence ISO pour l'échantillonnage	74

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60300-3-2:2004

Figure 5 – Various time metrics	47
Figure 6 – Data with right censoring (suspended)	53
Figure 7 – Data with interval censoring	55
Figure 8 – Data with left censoring	55
Figure A.1 – The distinction between accuracy and precision.....	69
Table 1 – Data requirements for dependability methods, why they should be used, and IEC reference	33
Table C.1 – ISO references to sampling.....	75

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60300-3-2:2004

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3-2: Guide d'application – Recueil de données de sûreté de fonctionnement dans des conditions d'exploitation

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60300-3-2 a été établie par le comité d'étude 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1993, dont elle constitue une révision technique.

La norme a été complètement remaniée pour fournir des guides de collecte de données plus généraux et moins spécifiques aux composants. La nouvelle norme répond aux problèmes liés à la philosophie sous-jacente à la collecte des données, tels que l'échantillonnage, la censure et les données sélectionnées dans le temps. La norme apporte aussi des guides sur la précision, les techniques de collecte automatique et la gestion des données d'entreprise. Afin de répondre au concept de boîte à outils, la norme identifie les données nécessaires pour l'application de certaines autres normes CEI.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEPENDABILITY MANAGEMENT –**Part 3-2: Application guide –
Collection of dependability data from the field**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60300-3-2 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1993, and constitutes a technical revision.

The standard has been totally rewritten to provide more generic, and less component specific, data collection guidance. The new standard addresses the issues of the underlying data collection philosophy, such as sampling, censoring, and window data. The standard also gives guidance on accuracy and precision, automated data collection techniques and data stewardship. In order to support the toolbox concept, the standard identifies the data requirements of a number of other IEC standards.

Le texte de la présente norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/992/FDIS	56/1007/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente norme.

Cette publication a été rédigée conformément aux Directives de l'ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 60300 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Gestion de la sûreté de fonctionnement*:

Partie 1: Gestion du programme de sûreté de fonctionnement

Partie 2: Lignes directrices pour la gestion de la sûreté de fonctionnement

Partie 3: Guide d'application

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60300-3-2:2004

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

FDIS	Report on voting
56/992/FDIS	56/1007/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

Part 1: Dependability management systems

Part 2: Guidelines for dependability management

Part 3: Application guide

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60300-3-2:2004

INTRODUCTION

La collecte et l'analyse des défaillances et l'utilisation des données d'exploitation jouent un rôle important dans l'analyse de la sûreté de fonctionnement. Elles permettent:

- a) le planning de maintenance;
- b) la justification des modifications;
- c) le calcul des ressources futures et des besoins en pièces de remplacement;
- d) la confirmation du respect de contrats;
- e) l'évaluation du degré d'achèvement d'une mission réussie;
- f) une rétroaction vers la conception et la fabrication;
- g) une estimation du coût de la période de garantie;
- h) l'amélioration des exigences de sûreté de fonctionnement;
- i) la collecte de données de base pour d'éventuels cas de responsabilité légale;
- j) la collecte des données d'utilisation pour déterminer les exigences des clients lors de l'exploitation et fournir une base aux fournisseurs pour les spécifications d'essais de sûreté de fonctionnement et les programmes de démonstration.

La collecte des données liées à la sûreté de fonctionnement est souvent une activité à long terme. Des données relatives au fonctionnement d'une entité ou de plusieurs entités peuvent être nécessaires pour achever une analyse. La collecte de données peut être sous-traitée comme activité planifiée, et exécutée en gardant à l'esprit les objectifs.

A court terme, les objectifs de la collecte de données liées à la sûreté de fonctionnement incluent:

- 1) l'identification des déficiences de conception de nouveaux produits;
- 2) l'ajustement du support logistique;
- 3) l'identification des problèmes des clients en vue de leur correction;
- 4) l'analyse des causes à l'origine des défaillances pour éliminer les modes de défaillance prépondérant dans les conceptions suivantes.

L'analyse des données de sûreté de fonctionnement exige une compréhension claire du produit, de son fonctionnement, de son environnement et de ses propriétés physiques. L'analyse exige aussi une bonne compréhension de la sûreté de fonctionnement dans sa généralité et dans ses manifestations dans l'application spécifique.

Avant de commencer un processus de collecte de données, il est important de réaliser que la collecte de données ne peut généralement pas être effectuée sans la coopération de toutes les parties concernées. Cela peut inclure le fabricant du produit, le fournisseur, les réparateurs, les utilisateurs et les clients.

INTRODUCTION

The collection and analysis of failure and usage data from the field plays an important role in dependability analysis. It enables:

- a) maintenance planning;
- b) justification of modifications;
- c) calculation of future resource and spares requirements;
- d) confirmation of contractual satisfaction;
- e) assessment of likelihood of achieving a successful mission;
- f) feedback to design and manufacturing;
- g) estimation of cost of warranty period;
- h) improve dependability requirements;
- i) collection of basic data for possible liability cases;
- j) collection of usage data to determine field customer requirements which provide the basis for supplier dependability test specifications and demonstration programs.

Data collection for dependability-related purposes is often a long-term activity. Data covering a lot of item operation and/or many items may be required before appropriate analysis can be completed. Data collection should be undertaken as a planned activity, and executed with appropriate goals in mind.

In the shorter term, data collection objectives for dependability-related purposes include:

- 1) identification of new product design shortfalls;
- 2) adjustment of logistic support;
- 3) identification of customer problems for correction;
- 4) root cause failure analysis to eliminate predominant failure modes in the next design.

Analysis of dependability data requires clear understanding of the item, its operation, its environment and its physical properties. Analysis also needs good understanding of the general subject of dependability and its manifestation in the specific application.

Before starting a data collection process, it is important to realize that data collection cannot usually be performed without co-operation of all the parties involved. This may include item manufacturers, suppliers, repair authorities, users and customers.

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3-2: Guide d'application – Recueil de données de sûreté de fonctionnement dans des conditions d'exploitation

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60300 fournit des guides pour l'acquisition de données relatives à la fiabilité, à la maintenabilité, à la disponibilité et au support de maintenance des produits en exploitation. Elle répond en termes généraux aux aspects pratiques de la collecte de données, à leur présentation et explore brièvement les sujets de l'analyse de données et la présentation des résultats. L'accent y est mis sur la nécessité de considérer le retour d'expérience comme une des activités principales du processus de sûreté de fonctionnement.

La présente norme peut être appliquée pour la surveillance d'un échantillon d'une population ou, plus largement de populations entières. Elle est applicable sans restriction à différents produits, des composants aux systèmes et aux réseaux, en incluant le matériel, le logiciel et les interactions homme-machine. Les produits considérés peuvent être conçus, être fabriqués, être installés, fonctionner et être maintenus par une ou plusieurs organisations. La présente norme s'applique à toutes les relations possibles entre les fournisseurs et les utilisateurs. Elle s'applique aux situations où plusieurs produits peuvent être réparés sur site tandis que d'autres peuvent seulement être remplacés sur site puis réparés dans des installations centralisées.

Aucune recommandation n'est faite, toutefois, sur la façon d'organiser le support de maintenance.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-191 s'appliquent.

3.1 environnement

contrainte continue ou intermittente qui peut provoquer un événement (par exemple, une défaillance, un remplacement, etc.) pour un produit

3.2 événements

ce qui survient à un produit

NOTE Les événements incluent toutes choses comme le démontage, l'insertion et la mise à niveau. De plus, combien d'apparitions, d'activations, de durée de fonctionnement, de conditions, etc. sont autant d'événements qui racontent la vie du produit et qui peuvent être évalués dans la perspective de la prévision des défaillances, quand ces dernières peuvent résulter des facteurs d'application, tels que la charge, la pression, les vibrations, etc. La qualification du produit suppose que soit connue la distribution des défaillances, à partir de sources significatives de contraintes.

DEPENDABILITY MANAGEMENT –

Part 3-2: Application guide – Collection of dependability data from the field

1 Scope

This part of IEC 60300 provides guidelines for the collection of data relating to reliability, maintainability, availability and maintenance support performance of items operating in the field. It deals in general terms with the practical aspects of data collection and presentation and briefly explores the related topics of data analysis and presentation of results. Emphasis is made on the need to incorporate the return of experience from the field in the dependability process as a main activity.

This standard can be applied during monitoring of a population sample or, more widely, of whole populations. It is applicable, without restriction to diverse items, from components to systems and networks, including hardware, software and man/machine interactions. The items considered may have been designed, manufactured, installed, operated and maintained by one or more organizations. This standard applies to all possible relationships between suppliers and users. It applies to situations where some items may be repaired on site while others may only be replaced on site and repaired at centralized facilities.

No recommendations are made, however, of how to organize maintenance support.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-191 and the following apply.

3.1 environment

continuous or intermittent stress that may cause an event to occur (e.g. failure, a re-replacement, etc.) for an item

3.2 events

things that happen to items

NOTE Events include such things as removals, insertions, and upgrades. Additionally, how many occurrences, actuations, operating states, conditions, etc. are events that relate to product usage that can be evaluated from a damage perspective, where damage equivalence can be obtained with a higher frequency of the damaging event coupled with contributing damage factors from the application such as load, pressure, vibration, etc. Qualification of a product or system relates to understanding the distribution of damaging events per the significant sources of stress.

3.3 vie

temps qui s'écoule entre la conception du système et le moment auquel ce dernier est retiré d'exploitation.

4 Considérations légales

En cas de conflit entre la présente norme et le contrat applicable ou une ou des spécifications, il convient qu'en dernier lieu, le contrat ou la spécification prévalent.

Etant donné que la présente norme suppose que certains points aient faits l'objet d'un accord entre le client, le fabricant et éventuellement une tierce partie, il convient que tous les contrats se réfèrent à cette norme et à toute autre norme qui répond à l'analyse de la sûreté de fonctionnement ou à la procédure de collecte de données à suivre.

De plus, ce qui suit est applicable.

En cas de sélection de techniques d'analyse spécifique ou de collecte de données, la manière de pratiquer l'analyse ou la collecte de données ou toute autre mise en oeuvre de normes pour le projet, les accords de confidentialité et l'étendue de cette dernière doivent être mentionnés dans le contrat ou la spécification d'analyse ou de collecte de données.

En cas de procédures spécifiques d'analyse ou de collecte de données, la manière d'effectuer l'analyse ou la collecte de données ou autre mise en oeuvre doit être agréée et il convient que l'agrément soit établi en annexe du contrat ou de la spécification d'analyse ou de collecte de données.

Finalement, en cas de sujets exigeant un agrément qui n'a pas pu être résolu, il convient que ces sujets soient dûment identifiés dans le contrat ou dans la spécification d'analyse ou de collecte de données, et que des clauses appropriées incluant les dates limites pour les accords et les procédures de résolutions des différents soient établies.

En toutes circonstances, il convient que le contrat applicable ou le sous-contrat identifie la partie responsable de la réalisation de l'analyse ou de la collecte de données, la partie responsable des conséquences des défaillances par rapport aux spécifications, l'étendue des exceptions à ces responsabilités, et la nature ou les limites des remèdes disponibles pour les dommages, l'attestation ou la participation du client à l'analyse ou à la collecte des données.

5 Objectifs de la collecte de données

Tous les besoins et attentes du client relatives à la sûreté de fonctionnement peuvent être classés dans les catégories suivantes:

- a) problèmes de durée de vie;
- b) disponibilité;
- c) problèmes de service;
- d) problèmes de coûts de propriété;
- e) fiabilité opérationnelle;
- f) sécurité.

De plus, les opinions des consommateurs se concentrent sur

- g) la capacité à durer;
- h) le coût d'acquisition;
- i) le service.

3.3 life

time between conception of the item and the time at which it is removed from operation.

4 Legal considerations

If a conflict should arise between this standard and the relevant contract or specification(s) the latter should apply.

Since this standard requires several issues to be agreed on between the customer, the manufacturer and a third party (if any), all contracts should refer to this standard and any other standards which deal with dependability analysis or data collection procedures to be employed.

In addition, the following applies.

Where selection of specific analysis or data collection techniques is concerned, the manner in which analysis or data collection are to be performed, or any other tailoring of the standard for purposes of the project is intended, the party given the discretion, and the areas in which discretion is to be exercised should specifically be mentioned in the contract or analysis or data collection specification.

Where specific analysis or data collection procedures is concerned, the manner of performance of analysis or data collection, or other tailoring has to be agreed to, the agreements should be stated in an annex in the contract or analysis or data collection specification.

Finally, where any matter requiring agreement has not been resolved, such areas should be specifically identified in the contract or analysis or data collection plan, and suitable provisions including deadlines for agreement and dispute resolution procedures should be stated.

In all instances, the applicable contract or sub-contract should identify the party responsible for performing the analysis or data collection, the party liable for consequence of failure to comply with the specifications, the scope of or limitations of such liability, and the nature of or limitations on remedies available to the damaged party, witnessing of or participation in the analysis or data collection program by the customer.

5 Objectives of data collection

All customers' needs and expectations focusing on dependability can be categorized as follows:

- a) life time issues;
- b) availability;
- c) service issues;
- d) cost of ownership issues;
- e) operational reliability;
- f) safety.

In addition, the consumers' point of view concentrates on

- g) durability;
- h) value for money;
- i) service.

Par ailleurs, les consommateurs du domaine professionnel sont de plus intéressés par

- j) la validation de la tenue des exigences par les produits achetés;
- k) l'optimisation de la logistique;
- l) l'optimisation du stock des pièces de rechange;
- m) l'optimisation de la maintenance;
- n) les études de maintenabilité;
- o) les études de disponibilité.

La société dans son ensemble est intéressée par la sécurité, des risques moindres et la sûreté. Ces aspects peuvent être influencés par les propriétés de la sûreté de fonctionnement des produits. L'économie est elle aussi, influencée par ces propriétés et donc le public y prête attention.

Du point de vue des fabricants, les aspects suivants sont importants:

- la comparaison avec des produits similaires sur le marché;
- une base pour l'amélioration des futures générations du produit.

La sûreté de fonctionnement peut avoir plusieurs motivations dans différentes sortes de compagnies. En général, les compagnies privées utilisent la sûreté de fonctionnement comme un moyen d'accroître ou de maintenir leurs profits tandis que les compagnies gouvernementales ou caritatives l'utilisent comme un moyen de maintenir un service. Cela peut signifier que les compagnies collecteront les données de sûreté de fonctionnement pour différentes raisons.

Le but de la collecte de données est l'amélioration des produits et des procédés de toute organisation. La collecte de données suivie d'une analyse appropriée clôt la boucle d'apprentissage par le retour vers le marketing, la conception, la fabrication et le service. Les cibles de second ordre peuvent être de réduire des risques, d'optimiser des coûts ou le contrôle de la conformité par rapport à des exigences données. Il convient que les données soient collectées de telle sorte qu'elles permettent l'analyse, en se concentrant sur une meilleure compréhension du fonctionnement du produit et des défaillances, et l'application de cette connaissance au but ou à l'objectif. Sans une définition de l'objectif de la future analyse des données et de l'utilisation des constats, la collecte de données risque d'être sans but et ignorera des données importantes, permettra la pollution de données ou sera une perte de temps et de ressources du fait du traitement de données de peu d'intérêt.

Lors de la planification de la collecte de données, plusieurs questions telles que celles présentées ci-dessous, doivent être considérées:

- 1) Quelle est la disponibilité atteinte observée avec l'application du programme de maintenance?
- 2) Quelles sont les valeurs atteintes avec un produit similaire antérieur?
- 3) Le produit est-il conforme aux exigences?
- 4) Quels effets ont l'environnement et l'utilisation sur la sûreté de fonctionnement?
- 5) Quelle est la stabilité de la sûreté de fonctionnement d'entités fabriquées à des périodes différentes?

De plus, il peut être requis de faire ce qui suit:

- 6) Contrôler la conformité – décider si le produit répond aux exigences de sûreté de fonctionnement.
- 7) Contrôler les prédictions – comparer les valeurs observées et les valeurs calculées.
- 8) Estimer un nouveau produit – utiliser des valeurs obtenues comme base pour des produits similaires.

In addition, professional customers may be interested in

- j) validation of fulfilment of requirements of purchased items;
- k) logistics optimization;
- l) spare stock optimization;
- m) maintenance optimization;
- n) maintainability studies;
- o) availability studies.

Society as a whole is interested in safety, low risk and security. Those aspects can be influenced by dependability properties of items. Also economics is influenced by dependability properties, therefore public interest exists.

From the manufacturer's point of view the following aspects are important:

- comparison with similar products on the market;
- base for improvements for the next generation of the product.

Dependability can have different drivers within different sorts of companies. In general private companies use dependability as a means of increasing or maintaining profits while governmental or charity based companies use it as a means of maintaining a service. This can mean that the different sorts of companies will collect dependability data for different reasons.

The aim of data collection is to improve the relevant products and processes in any organization. Collected data with appropriate analysis close the learning loop back to marketing, design, manufacturing and service. Sub-targets can be risk minimization, cost optimization or the check for conformity with given requirements. Data should be collected for a purpose: to enable analysis, focused on increasing understanding of item operation and failure, and application of this knowledge to a goal or objective. Without a definition of the objective for the future data analysis and the application of its findings, collection of data is likely to be aimless and will omit important data, allow corruption of data, or may waste time and resources by including data that offer little benefit.

While planning data collection, several questions have to be considered such as the following:

- 1) What observed availability is achieved with the applied maintenance regime?
- 2) What values have been achieved with a former, similar product?
- 3) Does the product conform to the requirements?
- 4) What affect has environment and usage on dependability?
- 5) How stable is the dependability of manufactured items with time?

Further, it may be required to do the following:

- 6) Check compliance – to decide whether the product conforms to dependability requirements.
- 7) Check prediction – to compare calculated and observed values.
- 8) Estimate for new item – to use achieved values as a basis for estimation of similar item.

- 9) Contrôler l'influence des modifications de procédés – comparer la sûreté de fonctionnement mesurée avant et après les modifications des procédés de fabrication.
- 10) Contrôler l'influence des modifications entre les versions de produits – comparer les valeurs mesurées de la sûreté de fonctionnement de différentes versions de produit.
- 11) Contrôler la stabilité des valeurs mesurées de la sûreté de fonctionnement de produits fabriqués à des périodes différentes – comparer la sûreté de fonctionnement mesurée sur plusieurs lots de produits.
- 12) Améliorer la logistique – à partir des besoins réels, reconsidérer le stock planifié de pièces détachées.
- 13) Contrôler la stratégie de maintenance – vérifier la différence entre les disponibilités réelle et intrinsèque, et différentes stratégies.
- 14) Optimiser la maintenance planifiée – utiliser la distribution du taux de défaillance d'un produit pour trouver le meilleur compromis maintenance/remplacement.
- 15) Surveiller les risques liés à la responsabilité légale et aux possibles rappels de produits.
- 16) Faire des investigations à la fois sur les occurrences et les causes des pannes dont l'origine n'a pas été trouvée – réparations imparfaites, défaillances en série et systématiques, essai de logiciel, modèles de défaillance et tendances.
- 17) Obtenir des informations sur les influences du fonctionnement et de l'environnement sur le produit et les paramètres de sortie pour les exigences des simulations, les exigences des clients fondées sur la sûreté de fonctionnement, pour guider les spécifications de simulation et d'essai de fiabilité.
- 18) Identifier les composants à l'origine des troubles et leurs mécanismes de défaillance.
- 19) Evaluer les modèles existant de sûreté de fonctionnement et en déduire de nouveaux modèles.
- 20) Evaluer les indicateurs de la sûreté de fonctionnement.
- 21) Sous-traiter la logistique et la planification des ressources.
- 22) Justifier les modifications.
- 23) Assurer la satisfaction contractuelle.
- 24) Evaluer le besoin d'une surveillance déportée pour suivre l'état de santé du produit.
- 25) Développer une base de données mémoire d'entreprise, incorporant une collection plus large de données, construite sur les activités de collectes individuelles de données, avec une application plus large des résultats.
- 26) Collecter des données pour permettre l'analyse physique de défaillance. Il est très important de noter qu'une analyse physique complète de défaillance exigera beaucoup de données sur les paramètres physiques d'un produit et des matériaux dont il est constitué.
- 27) Collecter les données pour aider à l'exercice de la croissance de fiabilité.

Comme avec beaucoup d'outils de la sûreté de fonctionnement et l'analyse, la raison sous-jacente de la collecte comme activité de la sûreté de fonctionnement est l'amélioration de la qualité du produit, la surveillance de l'aptitude à la fonction, la modification du support logistique, de déterminer si la fiabilité requise est atteinte, l'identification des déficiences pour l'analyse de l'origine des causes et conduire à l'amélioration du produit, à l'amélioration de l'aptitude à la fonction et à long terme, l'amélioration des profits de la compagnie ou de la qualité de service. Ce but implique la nécessité de comprendre tous les coûts associés à un projet particulier. Ces coûts sont connus sous l'appellation «coûts du cycle de vie» et ils incluent tous les coûts impliquant la conception, la fabrication, l'utilisation et l'élimination d'une entité. La collecte de données joue un rôle dans l'identification de ces coûts puisqu'elle permet au management d'évaluer des caractéristiques telles que la valeur de la dépense, la rentabilité, le coût de la garantie et les risques associés à la responsabilité légale et au rappel du produit.

- 9) Check influence of changes in processes – to compare dependability measures before and after changes in manufacturing process.
- 10) Check influence of changes in product versions – to compare dependability measures of different product versions.
- 11) Check stability of dependability measures of manufactured items with time – to compare dependability measures of production lots.
- 12) Improve logistics – to re-plan the spare stock by use of real needs.
- 13) Check maintenance strategy – check the difference between inherent and real availability and different strategies.
- 14) Optimize scheduled maintenance – to use the failure rate distribution of an item to find the best maintenance/replacement.
- 15) Monitor for liability risk and possible product recall.
- 16) Investigate both fault occurrences and causes of no fault found causes – imperfect repair, serial and systematic failures, test of software, patterns of failures and trends.
- 17) Obtain information about operational and environmental influences on the product and output parameters for simulation requirements, customer based dependability requirements, to guide test and simulation reliability specifications.
- 18) Identify troublesome components and their failure mechanisms.
- 19) Evaluate existing dependability models and derive new dependability models.
- 20) Evaluate dependability indicators.
- 21) Undertake logistic and resource planning.
- 22) Justify modifications.
- 23) Ensure contractual satisfaction.
- 24) Evaluate the need for remote condition monitoring to track item health.
- 25) Develop a corporate memory database, incorporating wider data collection, building on individual data collection activities, with wider application of results.
- 26) Collect data to allow physics of failure analysis to be carried out. It is worth noting that a full physics of failure analysis will have a large data requirement for basic physical parameters of an item and the materials it is made from.
- 27) Collect data to support a reliability growth exercise.

As with most dependability tools and analysis, the underlying reason for performing data collection as a dependability task is to improve product quality, monitor performance, modify logistic support, determine if required reliability is achieved, identify deficiencies for root cause analysis leading to product improvement by modification, to improve performance and, in the longer term, to improve company profits or quality of service. This aim leads to the need to understand all the costs associated with a particular project. These costs are known as the life cycle costs and include all costs involved in the design, manufacture, use and disposal of an item. Data collection plays a part in the identification of these costs since it allows management to make assessments of such things as value-for-money, cost-effectiveness, cost-of-warranty and the risks associated with liability and product recall.

Dès lors que les données relatives aux entités vendues ont un effet, les bénéfices de l'information peuvent être optimisés si la boucle avec le fournisseur est courte. Cela conforte le développement d'une relation durable avec le fournisseur. Généralement, la responsabilité du fournisseur de système/équipement est de concevoir la collecte des données.

Le cycle de vie d'un équipement peut être pensé comme un processus en trois étapes. Ces étapes sont la conception, la fabrication et le fonctionnement. La collecte de données peut être effectuée à chaque niveau et l'information collectée peut être restituée à chacune des étapes précédentes comme le montre la Figure 1.

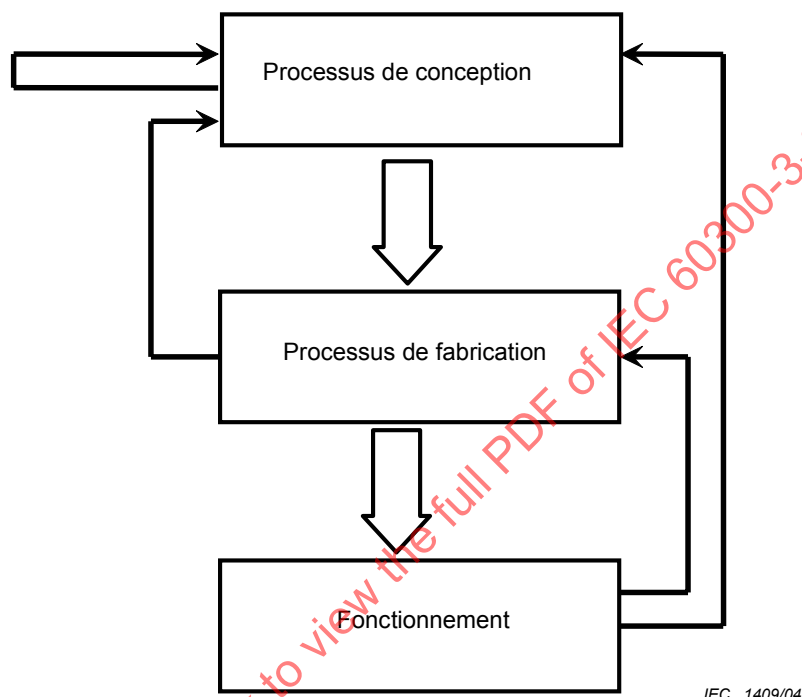


Figure 1 – Rétroaction dans le processus de conception

La collecte des données de sûreté de fonctionnement peut aider à améliorer les processus dans les cas suivants.

- i) Marketing – en utilisant la connaissance des besoins et des attentes des clients pour redéfinir et affiner les exigences pour les nouveaux produits.
- ii) Conception – par l'utilisation des constats sur le niveau de sûreté de fonctionnement des produits livrés et l'information sur les mécanismes de défaillance obtenue par l'analyse de défaillance et par la détermination des exigences en clientèle en évaluant les variations observées en application.
- iii) Fabrication – par l'utilisation des analyses de défaillance, pour identifier les aspects de la conception et de la fabrication qui sont essentiels pour obtenir des produits de fonctionnement sûr.
- iv) Opération – par l'utilisation de l'analyse des données de maintenabilité pour améliorer la performance du support de maintenance tout autant que la maintenabilité des conceptions futures.

As far as data of supplied items are affected, the benefits of the information gathered can be maximized when the loop to the supplier is closed. This supports supplier development as well as long-term partnership. Generally, the equipment/system supplier's responsibility is to design data collection.

An equipment life cycle can be thought of as a three-stage process. These stages are design, manufacture and operation. Data collection can be performed at each level and the information collected can be fed back to any of the previous stages as shown in Figure 1.

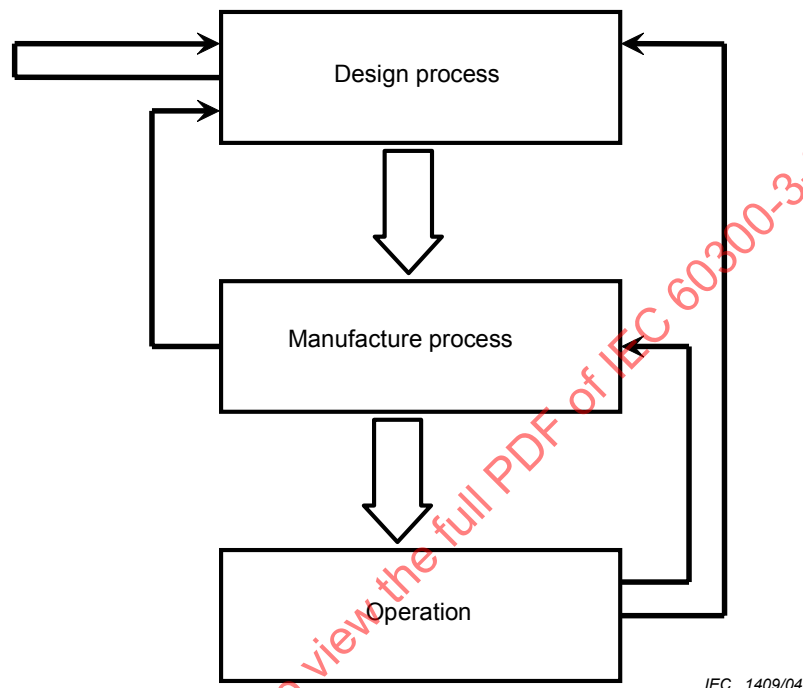


Figure 1 – Feedback into design process

Collection of dependability data can help improve processes for the following:

- i) Marketing – by use of knowledge concerning customer needs and expectations for defining and refining requirements for new products.
- ii) Design – by use of findings about dependability performance of delivered products and information on failure mechanisms obtained by failure analysis and determination of customer usage requirements with assessment of variation in customer usage observed in application.
- iii) Manufacturing – by use of analyses of failures, to learn what design and manufacturing aspects are essential for manufacture of dependable products.
- iv) Operation – by use of analyses of data on maintainability, to improve maintenance support performance as well as future design for maintainability.

6 Considérations sur le niveau de rapport

Les données peuvent être collectées pour différents niveaux d'une entité, tels que

- a) système,
- b) équipement,
- c) module ou unité,
- d) pièce ou composant,
- e) module logiciel.

Généralement, ceux-ci peuvent tous être dénommés «entité».

Les données peuvent aussi être collectées pour différentes phases du cycle de vie du produit, telles que

- 1) production vers la livraison (mauvais fonctionnement à la livraison),
- 2) installation (mise en route, défaillances précoces, problèmes d'installation),
- 3) opération,
- 4) première phase d'opération (information spécifique sur les défaillances précoces),
- 5) période de garantie (information pour déterminer les coûts de garantie),
- 6) comportement à long terme, durée de vie utile, efforts de service,
- 7) isolation du produit en vue de la maintenance (par exemple remplacement de pièces),
- 8) retrait d'opération (élimination).

Pendant chaque phase du cycle de vie, il convient que les problèmes tels que les diagnostics de panne et les réparations soient aussi considérés comme d'une implication majeure dans la couverture des pannes même dans le cas où aucune panne n'a été trouvée.

7 Quelle analyse effectuer?

L'analyse est l'identification et la quantification de valeurs calculées, de distributions et de tendances. L'analyse peut viser une entité entière, des modules individuels, des modes spécifiques de défaillance, des utilisateurs particuliers, des événements spécifiques, des environnements spécifiques, etc. La cible doit être atteinte par la sélection des seuls événements qui répondent aux critères de sélection nécessaires. L'analyse des données n'est pas un simple calcul mais au contraire des séries d'observations des données, en explorant l'ampleur et la profondeur des données dans une série d'observations structurées. Il convient que la collecte de données et l'analyse soient progressives et qu'elles croissent au fur et à mesure de l'observation. Il est souvent utile d'observer en premier lieu l'ampleur des données et d'utiliser cette vision pour guider des observations plus en profondeur.

- a) Analyse exploratoire des données – Le but de l'analyse exploratoire des données est de mieux comprendre la nature générale des données.
- b) Nombre d'événements – Le niveau le plus basique de l'analyse est le calcul du nombre d'événements pendant une période donnée ou dans plusieurs sous-périodes. Il convient que le nombre d'événements soit réparti en subdivisions, tels que celles liées à des interruptions critiques, des réclamations de clients, liées à la sécurité, et à d'autres répartitions selon les problèmes considérés. L'observation du nombre d'événements permettra d'identifier les domaines spécifiques qui nécessiteront une investigation ultérieure.
- c) Taux globaux – Un taux est le nombre d'événements qui apparaît par unité de temps, par opération ou par cycle. Le calcul des taux peut donner quelques indications sur l'évolution du nombre d'événements au cours du temps. Les taux peuvent être modélisés comme étant approximativement constants ou variables.

6 Considerations on level of reporting

Data can be collected for different levels of an item, such as

- a) system,
- b) equipment,
- c) module or unit,
- d) part or component,
- e) software module.

Generically, these can all be termed items.

Data can also be collected for different phases of the life cycle of a product such as

- 1) production to delivery (malfunctioning on arrival),
- 2) installation (run-in, early failures, installation problems),
- 3) operation,
- 4) first phase of operation (especially information about early failures),
- 5) time of warranty (information supporting determination of warranty costs),
- 6) long term behaviour, useful life, service effort,
- 7) item isolation for maintenance purposes (e.g. to replace parts),
- 8) withdrawal from operation (disposal).

During each phase of the life cycle, issues such as fault diagnosis and repair should also be considered as these have major implication on fault coverage and in the instance of no fault founds.

7 Which analysis can be performed ?

Analysis is the identification and quantification of calculated values, distributions and trends. The analysis can be targeted on the whole item, individual modules, specific failure modes, specific users, specific events, specific environments, etc. The target will be achieved by selecting only events that fulfil the necessary selection criteria. Data analysis is not a single calculation; rather it is a series of examinations of the data, exploring the breadth and depth of the data in a series of structured examinations. Data collection and analysis should be progressive and should increase as experience increases. It is often useful first to examine the data in a broad view, and to use this broad view to guide more in-depth examinations.

- a) Exploratory data analysis – The aim of exploratory data analysis is to gain understanding of the general nature of the data.
- b) Number of events – The most basic level of analysis is the calculation of the number of events during a particular period or within several sub-periods. The number of events can be broken down into appropriate sub-divisions, such as events relating to critical shutdowns, customer complaints, safety involvement, and then further broken down into modules causing such problems. Examination of numbers of events will enable identification of specific areas that warrant further investigation.
- c) General rates – A rate is the number of events that occur per unit time, per operation, or per cycle. Calculating rates can give some indication of how the number of events will change with time. Rates can be modelled as being approximately constant or as non-constant.

- d) Analyse des distributions – Le niveau suivant de l'analyse à mener est l'analyse de la distribution (par exemple de Weibull). Cependant, il y a des critères pour les données nécessaires comme entrées, reflétant leur aptitude à identifier les distributions. Ces critères seront décrits dans les normes appropriées.
- e) Analyse non paramétrique – Si l'analyse de distribution n'est pas adéquate, une analyse non paramétrique peut être entreprise. Elle a souvent moins de critères contraignants que l'analyse de distribution mais elle fournira moins d'informations.

8 Quelles données collecter ?

8.1 Généralités

Inventaire – Cela inclut l'information prouvant qu'une entité particulière existe en exploitation, comment elle est configurée et quelles sont les autres entités qu'elle contient.

Utilisation – Cela inclut l'information sur la date de la mise en exploitation de l'entité, comment cette entité fonctionne en exploitation et la date à laquelle elle a été retirée de l'exploitation.

Environnement – Cela inclut l'information sur les conditions de fonctionnement de l'entité, souvent en terme de facteurs qui sont considérés comme importants pour la sûreté de fonctionnement du produit.

Événements – Cela inclut l'information relative à tout ce qui peut survenir à l'entité pendant sa vie, telles que les défaillances, les réparations, les mises à niveau, etc.

Souvent il n'est pas possible d'obtenir toutes les données qui seraient requises pour une tâche particulière de sûreté de fonctionnement, peut être à cause de problèmes en fonctionnement ou parce qu'il est trop onéreux de collecter ces données. Dans ces cas-là, il est souvent nécessaire d'évaluer pourquoi les données sont requises et de faire une analyse de compromis entre la raison pour laquelle les données sont requises et la difficulté de les collecter. Parfois, collecter les données peut signifier faire des changements dans les procédures opérationnelles existantes dans une organisation et la difficulté et le coût en résultant doivent être compensés par le bénéfice provenant de la réalisation de l'analyse permise par données.

Un modèle statistique représentera toujours la réalité avec une approximation. Il est recommandé qu'un jugement d'ingénieur et un test d'adéquation (GOF) permettent d'évaluer si l'approximation fournit un résultat utilisable. La sensibilité à des pré-requis peut être évaluée à l'aide de données simulées, par exemple en utilisant la méthode Monte-Carlo.

8.2 Inventaire

Les enregistrements d'inventaires sont souvent conservés comme donnant l'état initial, le fabricant, le numéro de lot, l'état des modifications, l'historique des réparations et d'autres informations. Ces données sont particulièrement importantes quand on évalue les facteurs qui gouvernent la susceptibilité aux différents événements. Sans ces informations, l'analyse de la sûreté de fonctionnement ne sera jamais en mesure d'identifier les tendances qui sont propres uniquement à des sous-groupes spécifiques de produits identiques par ailleurs.

Plusieurs types d'événements (les défaillances par exemple) sont intrinsèques à l'entité individuelle concernée, ayant leur origine soit dans le flux de fabrication, soit dans une faiblesse de la conception. De tels événements sont révélés au cours de la vie de l'entité (incluant l'instant initial, ou la première mise en route). Le cours de la vie va provoquer cette accumulation uniquement sur des individus et ainsi, l'analyse sur la totalité de la vie peut être menée si l'individu concerné est spécifiquement identifié à chaque enregistrement par un numéro de série. Certaines analyses de vie n'ont pas cette exigence, par exemple l'analyse $M(t)$ de la CEI 60605-6.

- d) Distributional analysis – The next level of analysis would be to carry out distributional analysis (e.g. Weibull). However, there are criteria regarding the data needed for input, reflecting its power in identifying distributions. These criteria will be described in the relevant standards.
- e) Non-parametric analysis – If distributional analysis is unsuitable, then non-parametric analysis can be performed. This often has less stringent criteria than distributional analysis but will deliver less information.

8 Which data can be collected ?

8.1 General

Inventory – This includes information proving that a particular item exists in the field, how that item is configured, and what other items that item contains.

Usage – This includes information about when an item was placed into the field, how that item is operated in the field, and when that item was removed from the field.

Environment – This includes information about the operating conditions of the item, often in terms of factors that are considered important to the dependability of the item.

Events – This include information about any thing that has happened to the item during its life, these will include failures, repairs, upgrades, etc.

Often it is not possible to obtain all the data that would be required for a particular dependability task, perhaps because of operational issues or because it is too expensive to collect such data. In these cases, it is often necessary to assess why the data are required and perform trade-off analysis between the reason the data are required and the difficulty of collecting such data. Sometimes collecting the data could mean making changes to the operational processes that already exist within an organization and the difficulty and cost of this has to be offset by the benefit obtained by performing the dependability analysis that the data collection will enable.

A statistical model will always model the data with some approximation. Engineering judgement and goodness of fit (GOF) tests should be used to evaluate if the approximations give useful results. Sensitivity to the preconditions can be evaluated by simulated data, e.g. using the Monte Carlo method.

8.2 Inventory

Inventory records are often retained that identify original build state, manufacturer, batch number, modification state, repair history and other information. These data are particularly important when assessing the factors that govern susceptibility to various events. Without such information, dependability analysis will never be able to identify trends that apply only to specific sub-groups of otherwise identical items.

Many event types (failures for instance) are inherent to the individual item concerned, introduced by either a manufacturing flaw or design weakness. Such events are precipitated by life consumption (including zero life: initial switch-on). Life consumption will accumulate uniquely on individual items and, accordingly, full life analysis can be carried out if the item concerned is specifically identified in each record, by some unique serial number. Some forms of life analysis do not have this requirement, for example $M(t)$ analysis in IEC 60605-6.

Il est donc nécessaire de collecter les informations sur toutes les entités à risque d'une population. Cette information sur la population peut être extraite des informations de l'inventaire. Les informations collectées sont habituellement appelées «durée en exploitation», laquelle peut être la durée de fonctionnement, la durée calendaire, le nombre de cycles, le kilométrage, le nombre de copies, etc.

Parfois, il n'est pas possible, ni même souhaitable de collecter l'information sur la totalité de la population d'une entité et ainsi des techniques d'échantillonnage peuvent être utilisées pour réduire la quantité de données requises. Des techniques d'échantillonnages sont décrites dans l'Article 12.

8.3 Utilisation

L'utilisation est la mesure précisant quelles fonctions sont exigées d'un produit ou d'un système en service chez un client, pendant combien de temps, et avec quelle occurrence, ces fonctions sont exigées. Des précautions doivent être apportées aux données à mesurer afin d'optimiser l'utilité des données collectées en permettant qu'elles soient utilisables pour des analyses ultérieures pour des applications similaires, au lieu de limiter leur utilisation à une application spécifique. Pour définir une exigence d'exploitation du client, les données d'utilisation sont habituellement sous la forme d'événement, ou de niveau d'occurrence et de durée, avec une signification statistique et les risques associés, ce qui est utile lors de la qualification du produit ou du système et les activités de validation du développement.

L'utilisation peut être continue dans le temps avec un niveau fixe, continue dans le temps avec un niveau variable ou sporadique avec un niveau constant ou variable.

Si l'équipement est allumé sur 100 % du temps, l'utilisation est facile à calculer. Cependant si deux équipements sont fournis et que l'un des deux fonctionne en permanence tandis que l'autre fonctionne occasionnellement, par exemple en tant que secours, il est difficile d'estimer l'utilisation moyenne du type d'équipement. Il n'est souvent pas possible d'obtenir l'information d'utilisation pour une quelconque pièce d'équipement et il devient, alors, nécessaire d'obtenir une utilisation moyenne pour le type d'équipement. Cela peut aussi révéler des problèmes liés à la nature de l'équipement devant être suivi. Il est courant que l'utilisateur, après un échange téléphonique donne son utilisation moyenne, mais l'utilisateur d'un équipement de communication militaire ne le fera probablement pas.

L'utilisation est très importante car les futures analyses des données engrangées et les résultats d'analyses pourraient être noyés dans une grande imprécision de l'image de l'utilisation. Plusieurs pièces d'équipement disposent d'un compteur de temps passé (ETI pour elapsed time indicator), qui aide à surveiller le temps réel d'utilisation. Cependant, eux aussi peuvent présenter des problèmes et parfois ne donnent qu'une idée grossière du temps réel d'utilisation.

L'utilisation peut non seulement être fondée sur le temps, mais aussi sur un nombre d'opérations ou de cycles (par exemple, combien de fois une entité est utilisée).

8.4 Environnement

L'environnement peut aussi contribuer à altérer l'information sur la vie du produit ou du système quand la durée et l'intensité des contraintes environnementales doivent être incluses dans les actions de qualification du produit ou du système. Pour définir correctement les exigences de l'exploitation, la mesure de la composante environnement dans l'application implique la compréhension des entrées environnementales et de la réaction des composants à ces entrées environnementales. Ces exigences fournissent une base pour les essais accélérés dont le but est la démonstration de la conformité aux exigences de fiabilité.

Therefore it is necessary to collect information on all items at risk in the population. This population information can be derived from inventory information. The information collected is usually "time in the field" which can be operating time, calendar time, number of cycles, mileage, number of copies, etc.

Sometimes it is not possible, or even desirable, to collect information on the total population of an item and so sampling techniques can be used to restrict the data that are required. Sampling techniques are described in Clause 12.

8.3 Usage

Usage is a measure of what functions are being demanded from a product or system in customer service, how long and how often they are demanded. Careful consideration of the proper data to measure is needed in order to maximize the utility of usage data collected such that it enables future analyses for similar applications rather than being limited to a specific application. Usage data are generally in the form of event or state occurrence and duration to define a field customer requirement with statistical significance and associated risks that are useful in product or system qualification and validation development activities.

The usage may be continuous over time at a fixed level, continuous over time at a variable level or sporadic over time at either a fixed level or variable level.

If equipment is switched on 100 % of the time, then the usage is easy to calculate. However, if two equipment are supplied and one of them is operated continuously, and the other occasionally, say as a back up, it is difficult to estimate what the average usage of the equipment type is. It is often not possible to get usage information about any one piece of equipment and so it becomes necessary to get an average usage for the equipment type. This can also prove problematical depending on the nature of the equipment being scrutinized. It is likely that an end-user with a telephone exchange will tell you his average usage, but a customer with a military communications equipment is less likely to.

Usage is extremely important since further analysis may be carried out on the data stored and the results thus swamped by large inaccuracies in the usage figure. Many pieces of equipment have elapsed time indicators (ETI), which attempt to monitor the actual usage time. However, these too can have problems and can sometimes only give a rough idea of the actual usage time.

Usage may be not only time based, it may also be operations or cycle based (e.g. how many times an item is used).

8.4 Environment

The environment also contributes to damage experienced in the life of the product or system where the duration and intensity of environmental stresses have to be included in product or system qualification activities. To define properly these field use requirements, measurement of component environment in the application involves understanding the environmental inputs and component response to these environmental inputs. These requirements provide the baseline for equivalent accelerated tests to demonstrate compliance to the reliability requirement.

Un environnement plus sévère peut provoquer l'événement qui apparaît plus rapidement qu'un autre moins sévère. Comme pour l'utilisation, décrite en 8.3, il y a habituellement plusieurs aspects de l'environnement qui seront pertinents pour un événement particulier et, dépendant de l'analyse requise, et qui tous peuvent nécessiter d'être enregistrés. La localisation de l'environnement mesuré est aussi important, par exemple, l'environnement d'une cabine d'avion ou d'un moteur est très différent.

Un facteur environnemental lié à l'utilisation est l'altération provoquée par une mise en marche et un arrêt. Selon le type d'équipement, ces changements d'état de contrainte peuvent être significatifs et plus importants que les conditions environnementales d'un état permanent.

8.5 Événements

Les événements de retrait peuvent inclure des défaillances, des actions de maintenance, etc. Les événements de défaillance peuvent inclure la défaillance du système, des défaillances secondaires, des défaillances dans un système redondant, des défaillances qui ne provoquent pas celle du système et des défaillances masquées. Dans plusieurs des techniques de sûreté de fonctionnement incluses dans les normes listées, la défaillance est l'événement le plus important.

Quand on souhaite acquérir la connaissance des ressources et des coûts liés à la maintenance associée à une défaillance, les informations sur la réparation doivent être aussi enregistrées et il faut identifier la réparation avec suffisamment d'informations pour permettre l'analyse. Il convient de noter que la réparation peut être, elle aussi une cause de défaillance ultérieure aussi bien que la résolution de la défaillance actuelle. Ainsi, les informations issues de la maintenance sont une source importante pour l'analyse fine de la sûreté de fonctionnement.

Avant que soit menée l'analyse de données relative à des événements, il est nécessaire de répartir les événements en des groupes qui ont un sens pour la personne qui effectuera l'analyse. Par exemple, un événement de défaillance d'un système électronique complexe peut être placé dans la catégorie conception, fabrication, fournisseur, maintenance, dommage, logiciel, et la défaillance peut ne pas être trouvée. Parfois, la répartition des événements peut être effectuée à un niveau inférieur. Cela dépendra des données disponibles et du phénomène en investigation, par exemple. Le type de composant, la position de référence et le mode de défaillance peuvent être cités.

Le processus d'analyse d'événement commence par une classification grossière des types d'événements et l'objet de la collecte des données d'exploitation relatives aux défaillances et la caractérisation de l'utilisation.

Pour les événements de défaillance, l'analyse commence par la vérification des défaillances. Si aucune défaillance n'est trouvée, cela conduit directement au constat «pas de défaillance trouvée». Quand une défaillance est vérifiée, une analyse détaillée de la panne peut commencer pour isoler le mode de défaillance réel et le mécanisme qui en est la cause.

Pour la caractérisation de l'utilisation, il est nécessaire de s'assurer que les données adéquates sont collectées. Cela peut être obtenu à partir de l'expression de besoin des données et la prévision de l'analyse complète, avant le début du programme de mesure, par le schéma de la collecte des données et la mise en oeuvre devrait alors fournir directement des données utilisables pour l'analyse et des informations en état d'utilisation.

Pour les logiciels, les défaillances sont souvent intermittentes ou peuvent être éliminées par ré-initialisation du logiciel. Dans ces cas là, l'intention du client et les actions réelles sur le logiciel peuvent être intéressantes pour le classement de l'événement.

A more severe environment may cause the event to occur sooner than one that is less severe. As with usage, described in 8.3, there will usually be several aspects of the environment that will be pertinent to a specific event and, depending on the analysis required, all may need recording. The locality of the measured environment is also important, for example on an aircraft the in-cabin and on-engine environments are very different.

An environmental factor related to usage is the damage caused by switch on and switch off. Dependent on the type of equipment, this start-up/shut-down stress could be significant and of more importance than the steady state environmental conditions.

8.5 Events

Removal events may include failures, maintenance actions, etc. Failure events may include system failure, secondary failures, failures in redundant systems, failures that do not cause systems failure and hidden failures. In many of the dependability techniques contained in the listed standards it is failure that is the most important event.

Where it is desired to gain knowledge of resources and cost relating to maintenance associated with a failure, maintenance repair information also has to be recorded, which identifies the repair with sufficient information to allow analysis. Indeed, it should be noted that a repair activity can be the cause of subsequent failures, as well as overcoming the current failure. Therefore, maintenance information is an important source for detailed dependability analysis.

Before any further data analysis can be carried out on events it is necessary to categorize events into groups that are meaningful to the person performing the analysis. For example a failure event on a complex electronic system may be categorized into design, manufacture, suppliers, maintenance, damage or software and no failure found. Sometimes categorization of events may be at a lower level. This will depend on the data available and the concerns being investigated, for example. Component type, reference position and failure mode may be given.

The process of event analysis begins with a broad classification of the type of event and purpose of field data collection for failures or usage characterization.

For failure events, analysis begins with verification of failure. If no failure is found, this leads directly to the “no failure found categorization”. When a failure is verified, detailed fault analysis can begin to isolate the actual failure mode and mechanism that caused the failure.

For usage characterization, it is necessary to ensure that the right sort of data is collected. This can be done from the data needs and planning analysis completed before starting the measurement program, the data collection scheme and instrumentation should directly provide usable data to analyse and turn into information about usage.

For software, failures are often intermittent (soft errors) or may be removed by resetting the software. In these cases, the customer's intention with the software and actual actions on the software may be of interest for the classification of the event.

8.6 Sources de données

Il existe beaucoup de sources de données pour la sécurité de fonctionnement, bien que la disponibilité et l'utilité de ces sources puissent varier en fonction du type de produit et la structure des compagnies. Il n'est donc pas possible de dresser dans cette norme la liste de toutes les sources de données.

L'information directe est l'information collectée par le fabricant de l'entité/produit. L'information indirecte est l'information collectée auprès d'une tierce partie qui a la connaissance du produit, auprès des vendeurs, des réparateurs, etc. La séparation relative entre information directe et information indirecte dépend souvent du type de produit. En général, la collecte d'informations portant sur des entités de type professionnel (par exemple, commutateurs de télécommunication, équipement d'usine) sera le plus souvent directe, tandis que pour les entités de type produit de consommation (par exemple appareils ménagers ou audio-visuels, téléphones mobiles) la collecte sera le plus souvent indirecte. Habituellement, l'information directe est préférable parce que la qualité de ces données peut être assurée par l'utilisation correcte de procédures de collecte d'information. Les données provenant de tierces parties sont le plus souvent de qualité inconnue.

Les tailles de population et les types d'entités en exploitation peuvent provenir des ventes, des commandes, des livraisons et des enregistrements d'installation. Souvent, toutes ces origines sont disponibles pour une entité particulière et cela permet de construire une image complète de la situation de l'entité, etc. Parfois les autorisations de produits électroniques permettent aussi de situer l'entité/logiciel et le début des données d'utilisation à rapporter. Les enregistrements des produits pour la garantie sont aussi intéressants, par exemple pour les produits de consommation et les produits médicaux.

L'information de production inclut des éléments tels que la structure interne du produit, par exemple, cartes, modules, composants, etc. Cette sorte d'information est souvent contenue dans les fiches de fabrication des lots ou leurs équivalents. Les états des stocks des produits permettent l'identification de telles données, bien que la fabrication ne soit pas en cours. Les enregistrements des services, des garanties, des réparations et des pièces détachées utilisées peuvent souvent donner des informations intéressantes sur quelles entités ont réellement été défaillantes et dans quelles circonstances.

Les enregistrements des mises au rebut donnent des informations relatives au moment auquel le produit a été retiré d'exploitation et donc auquel il ne fait plus partie de la population soumise à l'analyse. Les réclamations des clients peuvent aussi être utilisées quand un produit particulier est visé. Elles peuvent aussi donner des informations au sujet des défaillances en particulier sur les défaillances intermittentes. Les rapports de client et les commentaires peuvent aider à compléter l'ensemble de données. Les sinistres et leur couverture par les assurances peuvent, quand ces éléments sont disponibles, être utilisés pour connaître la localisation et l'utilisation d'une entité. Si des cartes de garantie sont jointes aux entités, cela permet à l'acheteur ou à l'utilisateur de retourner la carte de garantie quand l'entité est achetée ou mise en service et ainsi des informations intéressantes peuvent être obtenues. Dans plusieurs secteurs de marché, c'est le seul moyen pour obtenir l'information.

Parfois, une entité peut être configurée de telle sorte qu'elle est capable de renseigner le fabricant sur sa mise en service. Ce type d'entité est constitué typiquement par le matériel de télécommunication ou des entités connectées à un système de communication et ces entités peuvent aussi renseigner le fabricant sur leur utilisation et leur état de santé. Quand l'entité ne fournit plus d'information, il est raisonnable de considérer qu'elle a été retirée d'exploitation. Pour les équipements de forte valeur, il est possible de leur ajouter des fonctions de télécommunication à cette seule fin.

8.6 Data sources

Many dependability data sources exist, although the availability and utility of these sources may vary across product types and company structure. It is therefore not possible to list all data sources in this standard.

Direct information is the information collected by the item/product manufacturer. Indirect information is information collected from a third party that has knowledge of the product from sales, repairs, etc. The relative split between direct and indirect information will often depend on product type. In general, information collection on professional-style items (e.g. telecommunication switches, plant equipment) will be mostly direct, while that on consumer-style items (e.g. white or black goods, mobile phones) will be mostly indirect. Usually, direct information is to be preferred because the quality of such data can be assured by the correct use of data collection procedures. Data from third parties will often be of unknown quality.

Population sizes and item types in the field can come from sales, dispatch, order, delivery, and installation records. Often, all these types will be available for a particular item and this will allow the building up of a complete picture of item location, etc. Sometimes electronic product authorizations will also allow item/software locations and start of usage dates to be reported. Product registrations for warranty purposes are also useful, e.g. consumer products and medical products.

Production information will include such things as the internal structure of a product, e.g. which board, modules, components, etc. are used. This sort of information is often contained on production job cards or their equivalent. Product stock-holdings allow the identification of a manufactured item not yet in operation. Servicing records, warranty records, repaired product records and spares used can often give useful information about which actual items have failed and under what circumstances.

Disposal records will give information about when a product was removed from service and so should no longer form part of the population for analysis purposes. Customer complaints can also be used to identify where a particular item is located. They may also give information about failures, in particular about intermittent failures. Customer reports and comments can also be used to help complete a data set. Insurance claims and coverage records, when available, can also be of use in identifying the location and use of an item. If warranty cards are sent out with the products that allow the purchaser or user to return a card when the item is purchased or entered service, then useful information can be obtained. In many market sectors this is the only way in which such information can be obtained.

Sometimes an item can be configured so that it is able automatically to inform the manufacturer when it comes into service. This sort of item would typically be a telecommunication device, or an item that is otherwise connected to a telecommunication system and it may also be able to report its usage and health to the manufacturer. When the item does not report, it may be possible to assume that it is no longer being used. For higher value equipment, it may be possible to add a telecommunication function to the device solely for this purpose.

9 Méthodes d'analyse et exigences pour les données

Il existe plusieurs normes CEI et des guides qui donnent des instructions et une assistance à l'analyse des données de sûreté de fonctionnement. Le Tableau 1 liste toutes les normes de sûreté de fonctionnement qui possèdent des exigences relatives aux données. Les normes sont listées dans l'ordre de leurs numéros de référence. Le tableau indique quelles méthodes dans chaque norme, peuvent être utilisées et quelles données il est nécessaire de collecter pour mettre en oeuvre les techniques proposées dans la norme.

La suite donne un exemple de l'utilisation des tableaux.

Une compagnie peut souhaiter estimer la fiabilité d'un composant électronique dans des conditions opérationnelles spécifiques. En utilisant le tableau, elle identifie que la CEI 61709 aidera à «convertir le taux de défaillance des composants électroniques dans différentes conditions environnementales» et elle note que les exigences relatives aux données sont «les taux de défaillance constants pour un composant électronique sous des conditions définies» et «des informations sur l'environnement dans lequel le composant électronique est utilisé». D'autres utilisations du tableau diront que pour obtenir les taux de défaillance constants, il faut utiliser la CEI 60605-4 et les exigences de cette dernière relatives aux données qui sont donc «les durées de fonctionnement avant défaillance». Elle peut aussi noter que pour assurer un taux de défaillance constant, il leur faut appliquer les méthodes de la CEI 60605-6 avec d'autres exigences pour les données qui sont «les durées de fonctionnement avant défaillance pour chaque défaillance pertinente».

Tableau 1 – Exigences relatives aux données pour les méthodes de sûreté de fonctionnement, pourquoi les utiliser, et les références CEI

Quoi faire ?	Donnée nécessaire	Référence CEI	Titre
Comment appliquer le concept de cycle de vie	Coût des éléments identifiés et coût total du projet	CEI 60300-3-3	Evaluation du coût du cycle de vie
Comment sélectionner et appliquer les techniques d'analyse de risque	Fréquence des événements identifiés, probabilité d'occurrence des événements et durée de ces occurrences	CEI 60300-3-9	Analyse du risque des systèmes technologiques
Comment présenter les données de fiabilité des composants et pièces	Nombre de défaillances des composants concernés, modes de défaillance et durée avant défaillance des composants concernés	CEI 60319	Présentation et spécification des données de fiabilité pour les composants électroniques
Comment estimer les taux de défaillance constants	Durées avant défaillance des entités (la méthode graphique nécessite un minimum de quatre observations par durée avant défaillance)	CEI 60605-4	Méthodes statistiques de distribution exponentielle
Comment établir si un taux de défaillance est constant	Durée avant défaillance pour chaque défaillance (la méthode numérique nécessite un minimum de 10 observations par durée avant défaillance; la méthode graphique en nécessite quatre)	CEI 60605-6	Tests de validité des hypothèses du taux de défaillance constant ou de l'intensité de défaillance constante

9 Analysis methods and their data requirements

There are many IEC standards and guidance documents that give instructions and assistance in the analysis of dependability data. Table 1 lists all the dependability standards that have data requirements. The standards are listed in reference number order. The table indicates what the methods in each standard can be used for and what data would need to be collected in order to use the techniques given in the standard.

The following gives an example of the use of the tables.

A company would like to estimate the reliability of an electronic component under a specific set of operating conditions. Using the table they identify that the standard IEC 61709 will help them “to convert the failure rate of electronic components under different environmental conditions” and they note that the data requirements are “constant failure rates for electronic component under defined conditions” and “information about the environment under which the electronic component is to be used”. Further use of the table will tell them that in order to obtain constant failure rates they will need to use IEC 60605-4 and the data requirements for this are therefore “times to failure of items”. They may also note that in order to ensure that they have constant failure rates they will have to apply the methods available in IEC 60605-6 with the further data requirement of “times to failure for every relevant failure”.

Table 1 – Data requirements for dependability methods, why they should be used, and IEC reference

What is it for?	Data requirement	IEC reference	Title
How to apply the concept of life cycle costs	Cost of identified cost elements and total cost of project	IEC 60300-3-3	Life cycle costing
How to select and implement risk analysis techniques	Frequency of identified events occurrences, likelihood of event occurrences and duration of event occurrences	IEC 60300-3-9	Risk analysis of technological systems
How to present reliability data for components and parts	Number of failures of relevant components, failure mode of components and time to failure of relevant components	IEC 60319	Presentation and specification of reliability data for electronic components
How to estimate constant failure rates	Times to failure of items (graphical procedure requires a minimum of four observations of time to failure)	IEC 60605-4	Statistical procedures for the exponential distribution
How to establish that failure rates is constant	Times to failure for every relevant failure (numerical procedure requires a minimum of 10 observations of time to failure; graphical procedure requires a minimum of four observations of time to failure)	IEC 60605-6	Tests for the validity of the constant failure rate or constant failure intensity assumptions

Tableau 1 (suite)

Quoi faire ?	Donnée nécessaire	Référence CEI	Titre
Comment identifier les défaillances précoces	Durée avant défaillance pour chaque défaillance (la méthode numérique nécessite un minimum de 10 observations par durée avant défaillance; la méthode graphique en nécessite quatre)	CEI 60605-6	Tests de validité des hypothèses du taux de défaillance constant ou de l'intensité de défaillance constante
Comment atteindre et vérifier les objectifs de maintenance	Justifications pour les actions de maintenance, type d'actions de maintenance accomplies, temps passé en action de maintenance et durée calendaire correspondante. Durée totale d'indisponibilité, durée des opérations, nombre d'intervenants et leur niveau de compétence, utilisation de tests et d'équipements de contrôle, et consommation de pièces de remplacement	CEI 60706-3	Vérification et recueil, analyse et présentation des données
Comment utiliser des méthodes statistiques pour évaluer une maintenance	Durée requise pour effectuer la maintenance d'un équipement spécifique	CEI 60706-6	Méthodes statistiques pour l'évaluation de la maintenabilité
Comment identifier les défaillances et leurs effets	Probabilité d'occurrence des événements et fréquence d'occurrence des événements	CEI 60812	Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)
Comment identifier les conditions ou les facteurs contribuant à un événement indésirable	Probabilité d'occurrence des événements	CEI 61025	Analyse par arbre de panne
Comment concevoir des essais de composants pour évaluer leur performance	Durée active et durée d'arrêt pour une entité réparée	CEI 61070	Procédures d'essai de conformité pour la disponibilité en régime établi
Comment construire un modèle de bloc-diagramme de fiabilité d'une entité afin d'examiner sa structure	Description de la structure de l'entité et taux de défaillance de chaque bloc	CEI 61078	Diagramme de fiabilité et méthodes booléennes
Comment tester si une valeur observée de taux de défaillance répond à une exigence donnée	Nombre observé de défaillances concernées et leur durée cumulée de fonctionnement ou durée calendaire cumulée	CEI 61124	Plans d'essai de conformité d'un taux de défaillance constant ou d'une intensité de défaillance constante
Comment tester si une valeur observée d'intensité de défaillance répond à une exigence donnée	Nombre observé de défaillances concernées et leur durée cumulée de fonctionnement ou durée calendaire cumulée	CEI 61124	Plans d'essai de conformité d'un taux de défaillance constant ou d'une intensité de défaillance constante
Comment tester si une valeur observée de durée moyenne avant défaillance répond à une exigence donnée	Nombre observé de défaillances concernées et leur durée cumulée de fonctionnement ou durée calendaire cumulée	CEI 61124	Plans d'essai de conformité d'un taux de défaillance constant ou d'une intensité de défaillance constante
Comment tester si une valeur observée de durée moyenne entre défaillance répond à une exigence donnée	Nombre observé de défaillances concernées et leur durée cumulée de fonctionnement ou durée calendaire cumulée	CEI 61124	Plans d'essai de conformité d'un taux de défaillance constant ou d'une intensité de défaillance constante

Table 1 (continued)

What is it for?	Data requirement	IEC reference	Title
How to identify early failures	Times to failure for every relevant failure (numerical procedure requires a minimum of 10 observations of time to failure; graphical procedure requires a minimum of four observations of time to failure)	IEC 60605-6	Tests for the validity of the constant failure rate or constant failure intensity assumptions
How to achieve and verify maintenance objectives	Reason for maintenance actions, type of maintenance action completed, man-hours for maintenance action and elapsed calendar time for same. Total downtime, operating hours, number and skill level of maintenance team, utilization of test and check-out equipment and spares consumption	IEC 60706-3	Verification and collection, analysis and presentation of data
How to use statistical methods in maintenance evaluation	Times required to perform maintenance on specified equipment	IEC 60706-6	Statistical methods in maintainability evaluation
How to identify failures and their consequences	Probability of event occurrences and frequency of event occurrences	IEC 60812	Procedure for failure mode and effects analysis
How to identify conditions or factors contributing to an undesirable event	Probability of occurrence of events	IEC 61025	Fault tree analysis
How to design component tests for evaluating performance	Up times and down times for one single repaired item	IEC 61070	Compliance tests procedures for steady-state availability
How to build a reliability block diagram model for an item to examine its structure	Description of the item structure and failure rates for every block	IEC 61078	Reliability block diagram method
How to test if an observed value of failure rate complies with a given requirement	Observed number of relevant failures and either accumulated relevant operating time or accumulated relevant calendar time	IEC 61124	Compliance tests for constant failure rate and constant failure intensity
How to test if an observed value of failure intensity complies with a given requirement	Observed number of relevant failures and either accumulated relevant operating time or accumulated relevant calendar time	IEC 61124	Compliance tests for constant failure rate and constant failure intensity
How to test if an observed value of mean time to failure complies with a given requirement	Observed number of relevant failures and either accumulated relevant operating time or accumulated relevant calendar time	IEC 61124	Compliance tests for constant failure rate and constant failure intensity
How to test if an observed value of mean time between failures complies with a given requirement	Observed number of relevant failures and either accumulated relevant operating time or accumulated relevant calendar time	IEC 61124	Compliance tests for constant failure rate and constant failure intensity

Tableau 1 (suite)

Quoi faire ?	Donnée nécessaire	Référence CEI	Titre
Comment mener une revue de conception	Taux de défaillance ou intensités de défaillance pour les entités ou événements en revue, fréquence ou occurrence des événements, modes et mécanismes de défaillance de l'entité et taux des occurrences	CEI 61160	Revue de conception formalisée
Comment évaluer la maturité d'un produit pour un système réparable	Nombre total de défaillances concernées et durée cumulée d'essai pour chaque défaillance	CEI 61164	Croissance de fiabilité – Tests et méthodes d'estimation statistiques
Comment tester un état d'usure	Nombre d'entités en test et durée avant défaillance pour chaque entité défaillante	CEI 61649	Procédures pour les tests d'adéquation, les intervalles de confiance pour les données suivant la distribution de Weibull
Comment estimer les défaillances sous garantie	Nombre d'entités en test et durée avant défaillance pour chaque entité défaillante; un minimum de 10 observations est nécessaire	CEI 61649	Procédures pour les tests d'adéquation, les intervalles de confiance pour les données suivant la distribution de Weibull
Comment comparer deux taux de défaillance et savoir si les différences sont statistiquement significatives	Durée avant défaillance pour les entités concernées et nombre d'entités à risque	CEI 61650	Procédures pour la comparaison de deux taux de défaillance constants et de deux intensités de défaillance (événements) constantes
Comment comparer deux taux d'événements et savoir si toute différence est statistiquement significative	Durées avant défaillance des entités concernées	CEI 61650	Procédures pour la comparaison de deux taux de défaillance constants et de deux intensités de défaillance (événements) constantes
Comment convertir des taux de défaillance constants de composants électroniques dans des conditions environnementales différentes	Taux de défaillance pour les composants électroniques sous des conditions définies et des informations sur les environnements sous lesquels ils vont être utilisés	CEI 61709	Composants électroniques – Fiabilité – Conditions de référence pour les taux de défaillance et modèles d'influence des contraintes pour les conversions
Comment estimer les paramètres du modèle de loi en puissance	Durée avant défaillance pour chaque défaillance concernée	CEI 61710	Modèle de loi en puissance – Test d'adéquation et méthodes d'estimation des paramètres

10 Ressources

La collecte de données en exploitation exige des ressources pour toutes les phases du cycle de vie. Les ressources réellement exigées dépendent de quelles données doivent être collectées.

Il est recommandé de disposer des compétences pour les activités suivantes:

- a) l'enregistrement des données brutes (pour assurer la complétude et la précision de l'information enregistrée);

Table 1 (continued)

What is it for?	Data requirement	IEC Reference	Title
How to conduct design reviews	Failure rates or intensities for items or events under review, frequencies of occurrence of event, failure modes and mechanisms of the item and rates of occurrence	IEC 61160	Formal design review
How to assess product maturity for a repairable system	Total number of relevant failures and accumulated relevant test time at each relevant failure	IEC 61164	Reliability growth – Statistical test and estimation methods
How to test for a wear-out situation	Number of items on test, and times to failure of each failed item	IEC 61649	Goodness-of-fit tests, confidence intervals and lower confidence limits for Weibull distributed data
How to estimate warranty failures	Number of items on test, and times to failure of each failed item; a minimum of 10 observations are required	IEC 61649	Goodness-of-fit tests, confidence intervals and lower confidence limits for Weibull distributed data
How to compare two failure rates and see if any difference is statistically significant	Times to failure for relevant items and number of items at risk	IEC 61650	Procedures for comparison of two constant failure rates and two constant failure (event) intensities
How to compare two event rates or intensities and see if any difference is statistically significant	Times to failure for relevant events	IEC 61650	Procedures for the comparison of two constant failure rates and two constant failure (event) intensities
How to convert constant failure rates of electronic components between different environmental conditions	Failure rates for electronic component under defined conditions and information about the environment under which the electronic component is to be used	IEC 61709	Electronic components – Reliability – Reference conditions for failure rates and stress models for conversion
How to estimate the parameters of the power law model	Times to failure for every relevant failure	IEC 61710	Power law model – Goodness-of-fit tests and estimation methods

10 Resources

Field data collection requires resources at all phases of the life cycle. The actual required resource depends on what data are to be collected.

Competence should be assured for the following activities:

- raw data recording (to ensure completeness and accuracy of the information recorded);
- failure evaluation and analysis (to ensure that only valid data are used further);

- b) l'évaluation et l'analyse des défaillances (pour assurer que seules les données valides seront utilisées);
- c) l'agrégation et l'analyse des données (sélection de méthodes d'analyse correctes et d'outils pour assurer des résultats valables);
- d) analyse de données (pour assurer une utilisation correcte de la méthode).

L'infrastructure nécessaire pour la collecte de données de sûreté de fonctionnement peut inclure:

- e) les équipements techniques pour les diagnostics et services nécessaires à la maintenance;
- f) les outils informatiques pour le stockage de données, leur agrégation, l'analyse et le rapport;
- g) les équipements pour l'enregistrement des données brutes (par exemple, enregistrement des défaillances);
- h) des équipements informatiques (en cas de transmission électroniques de données, par exemple);
- i) la surveillance de conditions et la collecte de données à distance.

Les aspects économiques et financiers à considérer sont les suivants:

- j) le coût de la réalisation et du maintien régulier de la collecte de données;
- k) les bénéfices retirés par l'amélioration des processus résultant des mesures fondées sur le retour d'informations provenant de l'exploitation.

11 Planning

Etant le pré-requis à l'analyse de données, il convient que la collecte des données réponde à une stratégie, avec des objectifs clairement établis.

Idéalement, il est recommandé que la collecte des données soit planifiée le plus tôt possible. Le meilleur moment est lors de la conception du produit. Il convient qu'elle fasse partie intégrante du processus de telle sorte que la complétude et la précision de l'information enregistrée soient assurées, tout autant que l'optimisation du coût.

Considérer la collecte des données pendant la conception signifie considérer:

- a) la traçabilité des composants et des pièces détachées;
- b) la traçabilité des produits (identification, données de fabrication, version de produit, numéro de série, date de livraison, etc.);
- c) les procédures de maintenance et de réparation;
- d) la possibilité d'auto-test et de diagnostic intégré;
- e) l'enregistrement des défaillances, durée de fonctionnement, événements, conditions;
- f) la surveillance à distance de l'état de santé des entités et les rapports de défaillance.

Lors de la planification, il convient que les questions suivantes soient aussi considérées:

- 1) Comment la conception du produit peut-elle aider à la collecte des données?
- 2) Comment les informations pourront-elles être retournées à l'organisation?
- 3) Quelle analyse est souhaitée ?
- 4) Quelles données internes à l'organisation doivent être collectées et stockées pour permettre avec les données d'exploitation l'analyse nécessaire ?
- 5) Y a-t-il lieu de considérer une surveillance à distance et de l'intégrer dans le système ?

- c) design of data aggregation and analysis (selection of correct analysis methods and tools to ensure valuable results);
- d) data analysis (to ensure correct usage of methods).

The infrastructure necessary for dependability data collection may include:

- e) diagnosis and service utilities as necessary for maintenance;
- f) computerized tools for data storage, aggregation, analysis and reporting;
- g) facilities for raw data recording (e.g. failure records);
- h) computerized facilities (in case of e.g. electronic data transmission);
- i) remote condition monitoring and data collection.

Economical and financial aspects to be considered are as follows:

- j) cost for implementation and maintaining regular data collection;
- k) benefits gained by improvement of processes caused by measures based on the information feedback from field data.

11 Planning

Data collection, being the precursor of data analysis, should have a strategy, with clearly stated objectives.

Dependability data collection should ideally be planned as early as possible. The ideal time is during product design. It should be an integral part of the processes in order to ensure completeness and accuracy of the information recorded as well as cost effectiveness.

Considering data collection during design will mean considering:

- a) traceability of components and parts;
- b) traceability of products (identification, manufacturing date, product version, serial number, date of dispatch, etc.);
- c) repair and maintenance procedures;
- d) self-test and built-in diagnosis abilities;
- e) recording of failures, operating hours, events, conditions;
- f) remote monitoring of item health and reporting of failures.

During planning, the following questions should also be considered:

- 1) How can product design help data collection?
- 2) How does the information come back to the organization?
- 3) Which analysis is desired?
- 4) Which organization internal data have to be collected and stored to allow, with the field data, the necessary analysis?
- 5) Should remote monitoring be considered and built into the system?

Lors de la planification de la collecte de données, Il convient de définir les responsabilités pour l'enregistrement, la circulation et l'analyse des données. Il convient que les autorisations et les responsabilités soient identifiées en matière d'action à partir des résultats et que l'efficacité et l'adéquation du processus d'analyse soient revues à intervalles réguliers.

La planification de la collecte de données de sûreté de fonctionnement en exploitation peut être structurée en plusieurs domaines:

- i) Que voulons-nous savoir (qui veut savoir, que veut-on savoir) ?
- ii) Quelle analyse peut être effectuée (quelle analyse, en utilisant quoi) ?
- iii) Quelles données peuvent être collectées (quelles données, d'où) ?
- iv) Quand et à quelle occurrence voulons-nous le savoir ?
- v) Comment les données seraient-elles collectées (manuellement, semi-automatiquement, automatiquement, à distance) ?

Obtenir des données de la part de clients peut nécessiter l'établissement de relations permanentes concernant le sujet, incluant les méthodes appropriées d'enregistrement de données, la transmission, le retour d'information vers le client, et les actions correctives concernant le produit, si nécessaire.

12 Philosophie de la collecte de données

12.1 Généralités

Les différentes approches de la collecte de données sont décrites de 12.2 à 12.5.

12.2 Basée sur le temps – continue ou discontinue

Il y a plusieurs méthodes potentielles pour la collecte de données basée sur le temps:

- a) la collecte de données continue;
- b) la collecte de données sur une période;
- c) la collecte de données sur plusieurs périodes;
- d) la collecte de données sur une période mobile.

La collecte de données continue est menée tout au long du cycle de vie de l'entité sans interruption, comme le montre la Figure 2.

During planning of data collection, responsibilities should be defined for recording, feed-through and analysis of data. Authority and responsibility should be identified for action on the results and at regular intervals the whole data collection and analysis process should be reviewed for its effectiveness and adequacy.

Planning dependability data collection from the field can be structured into several areas:

- i) What do we want to know (who wants to know, what do we want to know)?
- ii) Which analysis can be performed (which analysis, by using what)?
- iii) What data can be collected (which data, where from)?
- iv) When and how often do we want to know it?
- v) How should the data be collected (manual, semi-automatic, automated, remote automated)?

Gathering data from customers may require establishment of permanent relations concerning that topic, including appropriate methods for data recording, transmission, feedback to the customer, and corrective actions concerning products, if necessary.

12 Philosophies of data collection

12.1 General

The different approaches to data collection are described in 12.2 to 12.5.

12.2 Time based – continuous and discontinuous

There are several potential methods for time based data collection:

- a) continuous data collection;
- b) windowed data collection;
- c) multiple windowed data collection;
- d) rolling window data collection.

Continuous data collection amasses data constantly throughout the life of an item, as shown in Figure 2.

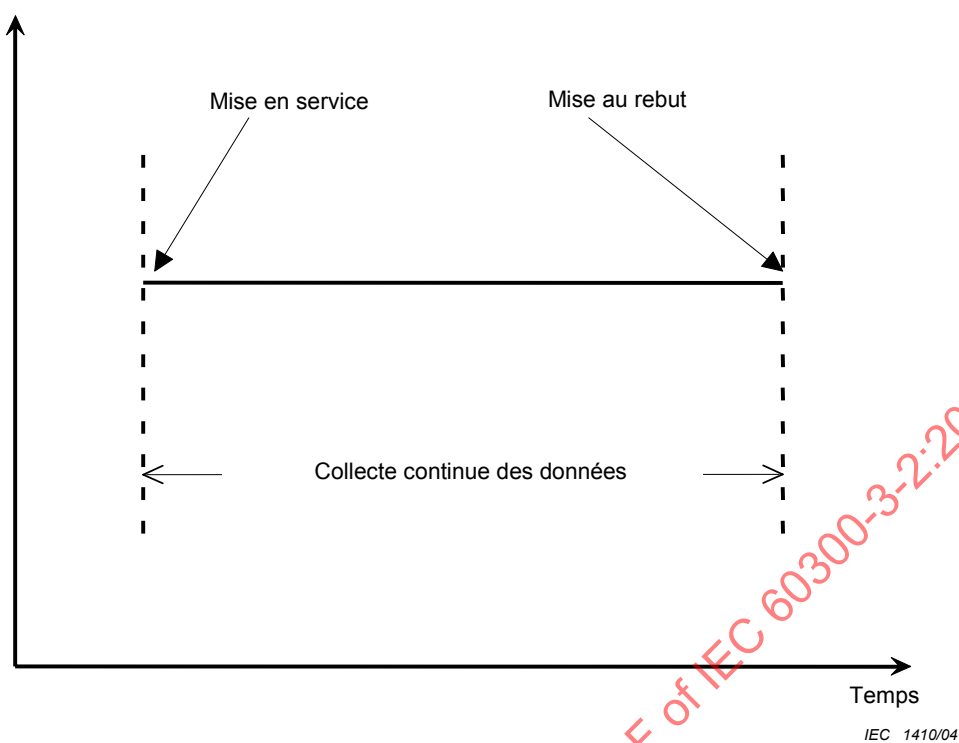


Figure 2 – Collecte de données continue

La collecte de données sur une période est effectuée sur une période unique dans le cycle de vie du produit, par exemple, de la mise en service jusqu'à la fin de la période de garantie. Voir Figure 3.

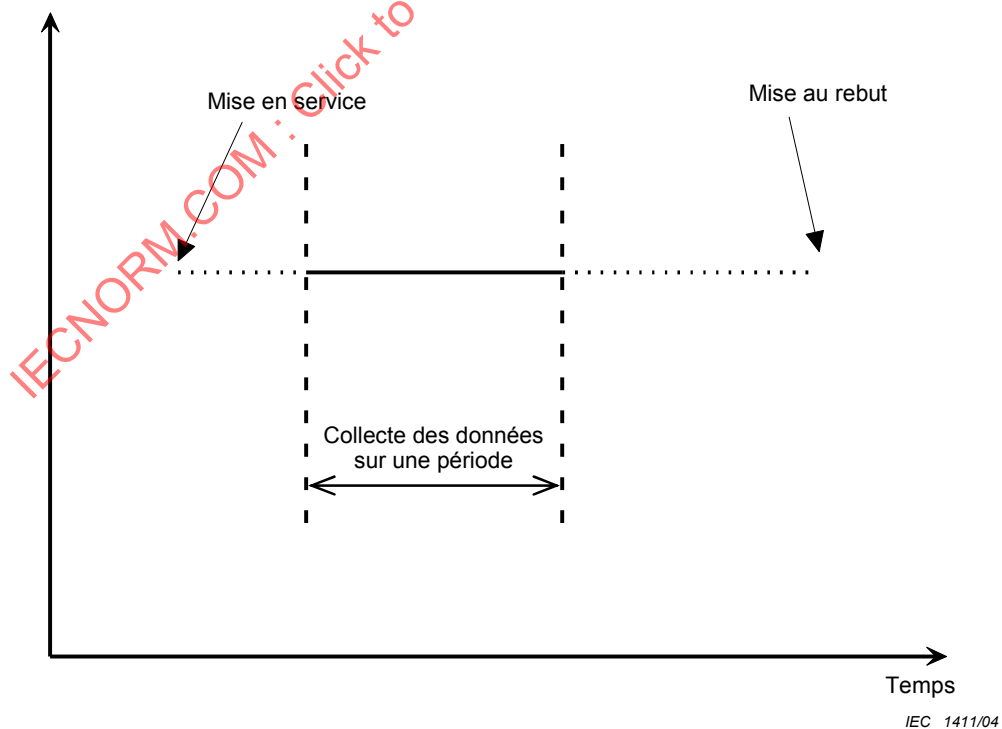


Figure 3 – Collecte de données sur une période

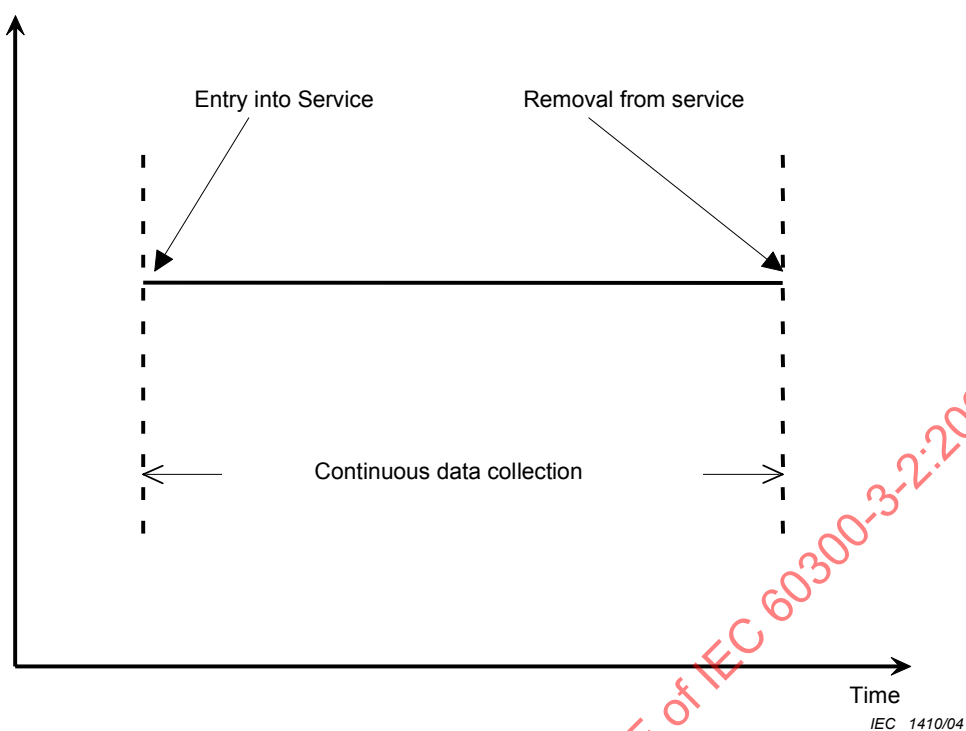


Figure 2 – Continuous data collection

Windowed data collection amasses data from a single window in the product life cycle, for example, from product introduction until the end of the warranty period. See Figure 3.

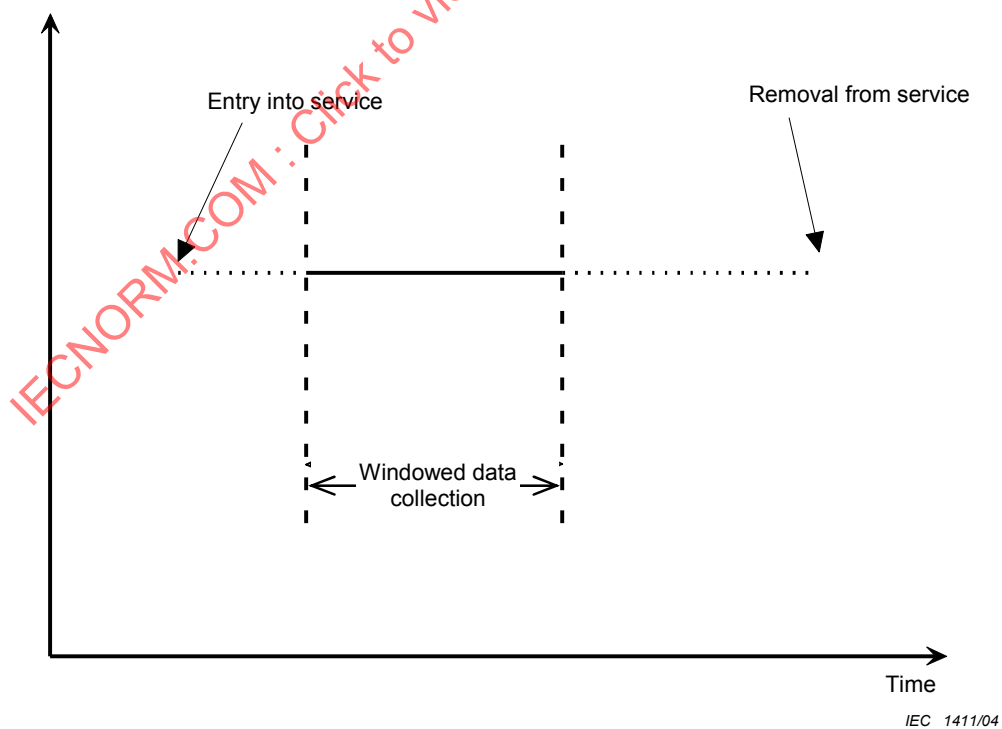


Figure 3 – Windowed data collection

La collecte de données sur plusieurs périodes est effectuée sur plusieurs périodes pendant la vie du produit. Voir Figure 4.

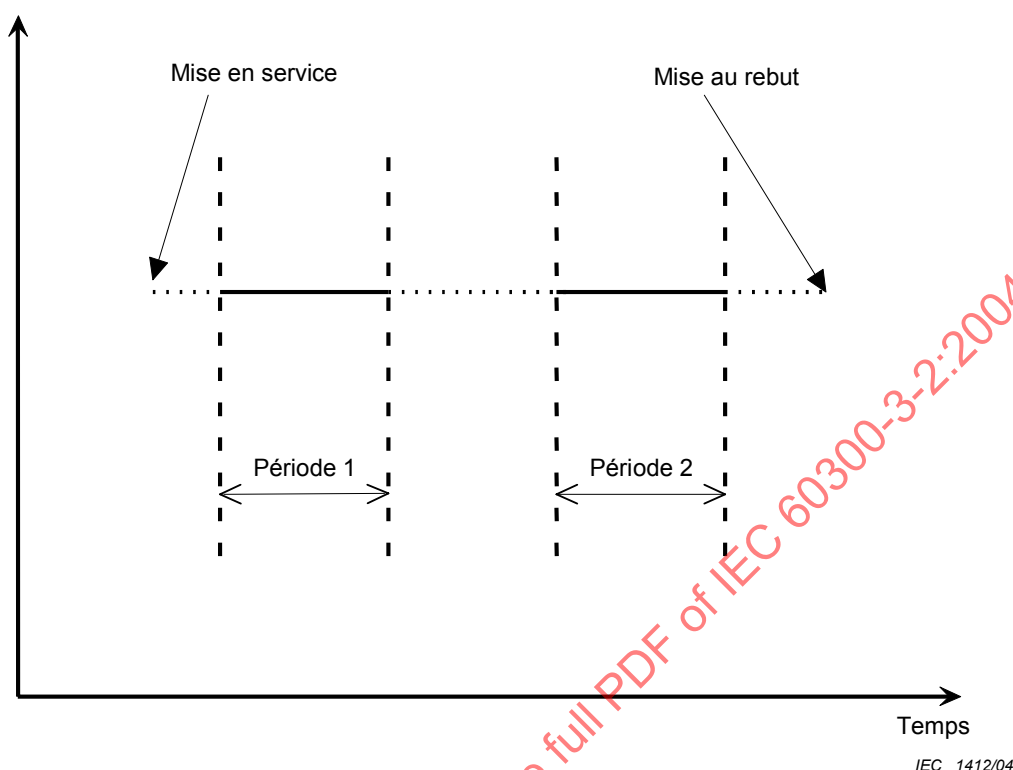


Figure 4 – Collecte de données sur plusieurs périodes

La collecte de données sur une période mobile est similaire à la collecte sur une période, sauf que le début et la fin de la période sont mobiles dans le temps. Cela signifie que les données les plus anciennes sont toujours éliminées au fur et à mesure de la collecte de nouvelles données. Cela peut résulter de la prise en compte du fait que les produits deviennent obsolètes et ne sont plus représentatifs des données actuelles ou pour préserver les capacités de stockage du système d'acquisition de données. Les données ne concernant pas les événements intéressants sont éliminées de telle sorte que les événements intéressants puissent être enregistrés de même que leur contexte. Les données sur une période peuvent être utilisées pour obtenir des valeurs moyennes sur des périodes de fonctionnement. Cela peut être fait par une collecte sur une courte période et en faisant l'hypothèse que les valeurs observées sont les mêmes sur la totalité de la période de fonctionnement.

Il convient de noter que la référence au temps dans la collecte des données peut ne pas être calendaire; d'autres références sont disponibles. Ces références au temps peuvent être «le temps de fonctionnement» – la durée pendant lequel le système est fonctionnel, ou la durée de mise sous tension (incluant le temps en attente et le temps de fonctionnement), etc. De plus, la référence au temps peut ne pas du tout contenir une notion de durée et peut être fondée sur le nombre d'opérations ou de cycles (par exemple le nombre de démarrages d'une voiture ou le nombre de kilomètres). Il y a souvent une relation entre ces références au temps, comme le montre la Figure 5, et la durée de fonctionnement/calendaire, qui est appelée l'utilisation.

Multiple window data collection collects data from several multiple time windows during the product life. See Figure 4.

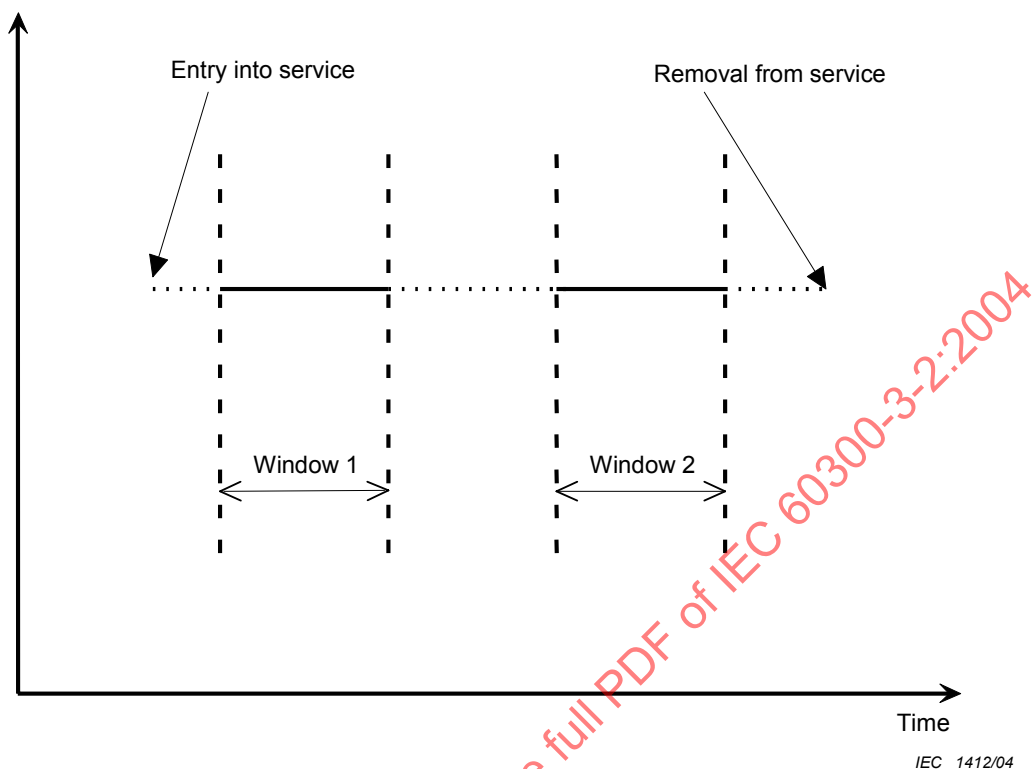


Figure 4 – Multiple window data collection

Rolling window data collection is similar to windowed data collection, except that the start and end time of the window move with time. This means that the oldest data are always discarded as new data are collected. This may be done to deal with the fact that products do become obsolete and are no longer representative of current data or to preserve memory space in the data acquisition system, data without events of interest are discarded such that when an event occurs, more events may be recorded as well as the context. Windowed data may be used to obtain average values over operating periods. This would be done by collecting for a short time and then making the assumption that the values observed are the same throughout the total operating period.

It should be noted that the time metric in the data collection might not be calendar time; other measures of time are available. These time metrics may be "operating time" – the time a system is operating, or "powered up time" – the time a system is powered up (included standby and operation), etc. In addition, the time metrics may not be time based at all and may be operations or cycle based (e.g. the number of times or miles a car is driven). There is often a relationship between these time metrics, as shown in Figure 5, and for the operating/ calendar time this is termed useage.

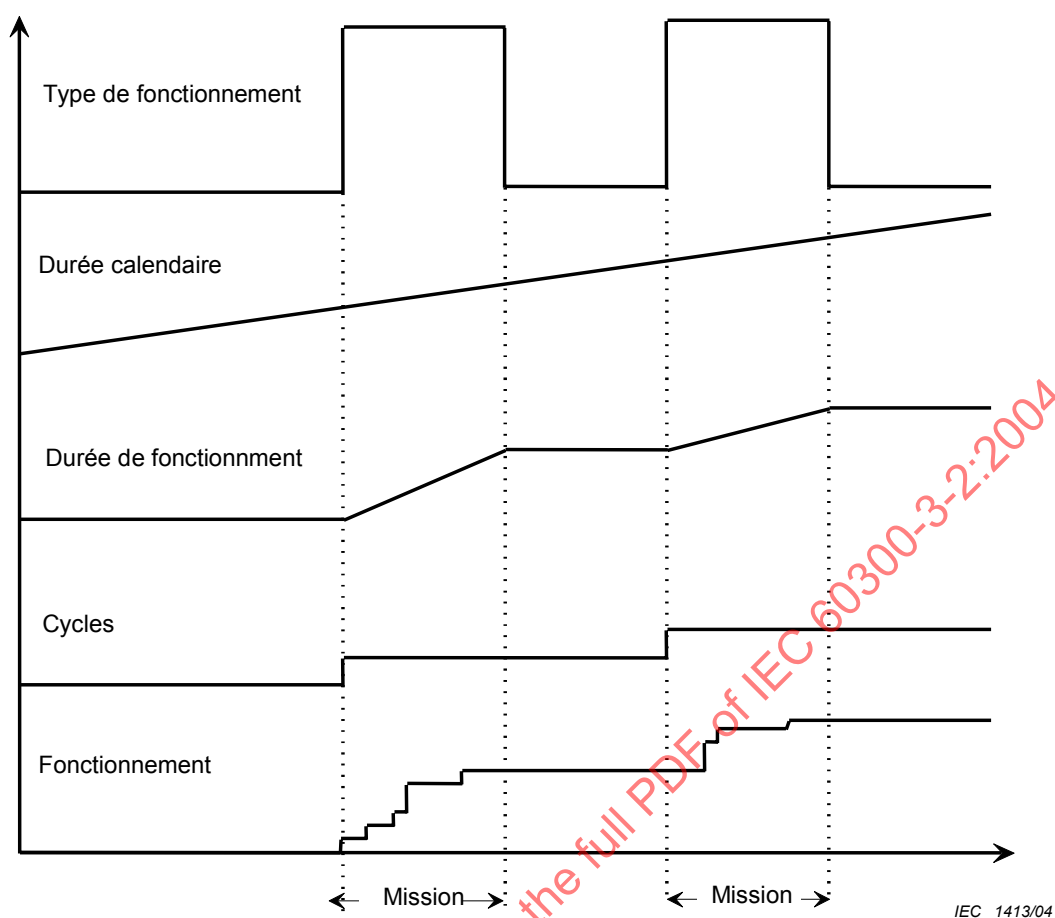


Figure 5 – Différentes références au temps

La Figure 5 montre un profil type de mission (ligne du haut); noter que la croissance de la durée calendaire sur la totalité du profil tandis que le temps de fonctionnement n'augmente qu'au début de chaque mission. Les cycles augmentent au début de chaque mission (inversement, ils peuvent n'augmenter qu'à la fin de chaque mission) tandis que les opérations apparaissent seulement pendant la phase réelle de chaque mission.

12.3 Complète et limitée

12.3.1 Généralités

La collecte complète de données est la collecte de données sur toutes les occurrences de l'entité en exploitation. La collecte limitée de données restreint la couverture à un sous-ensemble, par exemple toutes les entités utilisées en un emplacement donné, ou par un client particulier. La collecte limitée de données peut suivre plusieurs méthodes d'échantillonnage pour décider de l'emplacement à sélectionner et du nombre d'entités à surveiller.

Souvent, pour obtenir les informations sur une entité de large consommation produite en grande quantité, la seule voie est d'envoyer un lot d'entités dans un marché local où le temps de fonctionnement et la durée avant défaillance seront enregistrés. Il est possible aussi de limiter le retour d'information de marketing à un marché ou à un client représentatif et de concentrer les efforts de retour d'information sur celui-ci. Cela peut aider à réduire les ressources nécessaires ou en permettant un meilleur travail sur le secteur de marché concerné, à améliorer la qualité des données retournées.

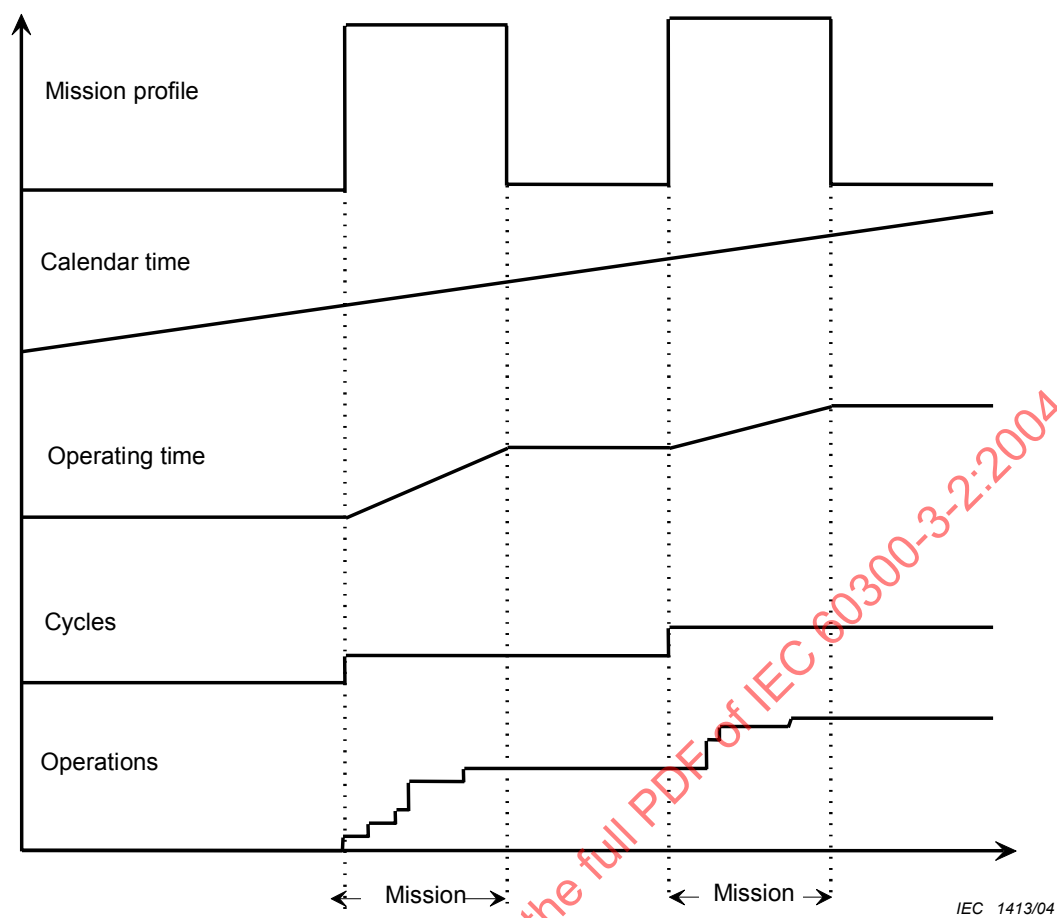


Figure 5 – Various time metrics

Figure 5 shows a typical mission profile as the top line, note that calendar time increases through the entire profile while operating time increase only during the active part of the mission. Cycles only increase at the start of each mission (alternatively it could increase at the end of the mission) while operations only occur during the actual mission phase.

12.3 Complete and limited

12.3.1 General

Complete data collection is the collection of data about every instance of an item that is being used in the field. Limited data collection limits the coverage to a subset of this, e.g. all the items used in a specific location, or by a specific customer. Limited data collection can use various sampling methods to decide the locations and number of items to be tracked.

Often the only way of getting information about mass produced consumer items is to send a batch of items to a defined market where the time they are taken into use as well as the times to failure can be recorded. It is also possible to limit marketing feedback to a typical market or typical customer(s) and concentrate the effort on market feedback from there. This can help reduce resource usage or by being better able to work with the market sector concerned improve the quality of data returned.

Cette technique est une forme d'échantillonnage et de telles techniques d'échantillonnage sont souvent utilisées. Pour optimiser l'information obtenue à partir de l'ensemble des données, il est essentiel que la méthode de collecte des données et la méthode de l'analyse des données soit judicieusement sélectionnée – en gardant les autres à l'esprit. Trop souvent les données sont collectées et seulement alors, on pense au processus qui sera utilisé pour l'analyse des données. C'est réellement une mauvaise approche. Le point de départ devrait être d'établir quelles informations sont requises pour une population.

Le but principal de l'échantillonnage est de déterminer à partir de l'échantillon, l'information voulue ou le maximum d'informations possible sur la population à partir de laquelle il a été constitué.

12.3.2 Types de population

Il est judicieux de classer les populations comme suit:

- a) Définie et existante, tels les membres (pour une ligne de production donnée) stockés dans un magasin, ou tels des pommes dans l'arbre. L'échantillonnage de telles populations peut être aléatoire mais il n'est pas simple parce que les échantillons successifs ne sont pas indépendants. Le processus d'échantillonnage peut être converti en un processus simple par le remplacement de chaque membre extrait de la population.
- b) Infinie comme dans la situation où des nombres sont sélectionnés à partir d'une séquence de nombres générée mathématiquement. On peut remarquer qu'un échantillonnage à partir d'une population définie et existante où l'on pratique le remplacement peut être considérée comme une population infinie puisque le processus ne va jamais accroître la quantité.
- c) Hypothétique comme dans une séquence de nombres obtenus par des jets de dé. La suite de jets constitue un processus d'échantillonnage qui donne des nombres existant à partir d'une population inexistante.

Les types de population répondant à la présente norme comprendront principalement ceux listés en a) et b) ci-dessus.

Il est intéressant de noter qu'il y a beaucoup d'instances où les membres d'une population sont décrits par deux (parfois plus) caractéristiques mutuellement exclusives: «fonctionnant ou défaillant», «bon ou mauvais», «favorable ou défavorable», «bon, hors spéc. ou défaillance catastrophique», etc. Les membres de telles populations sont dits «possédant des attributs», et l'échantillonnage appliqué à ces populations est nommé «échantillonnage pour les contrôles par attributs». Quand les membres d'une population se distinguent d'un autre du fait d'une caractéristique continue et mesurable (poids, durée avant défaillance, coût, etc.), le processus d'échantillonnage est appelé «échantillonnage pour les contrôles par variables».

12.3.3 Echantillonnage aléatoire

Un échantillon aléatoire est tel que l'échantillon a été sélectionné de telle sorte que chaque membre de la population a une probabilité calculable d'être sélectionné. Il n'y a pas besoin d'effectuer le calcul de cette probabilité: la spécification et le contrôle du processus d'échantillonnage sont tout ce qu'il est nécessaire pour appliquer la théorie de la probabilité.

- a) **Echantillonnage aléatoire simple** – Si un processus d'échantillonnage aléatoire est tel que chaque membre a une probabilité égale d'être sélectionné dans l'échantillon, et si en plus, les échantillonnages successifs sont indépendants, le processus est dit «échantillonnage aléatoire simple».
- b) **Echantillonnage en couches** – Un autre type de processus d'échantillonnage qui est très utile est l'échantillonnage aléatoire en couches qui sous certains aspects est supérieur à l'échantillonnage aléatoire simple. Cette procédure est essentiellement fondée sur la division d'une population en couches ou strates et la prise de sous-échantillons de chaque couche. Dans chaque couche, chaque membre d'une population a la même chance d'apparaître dans un sous-échantillon comme les autres membres de la couche. L'effet de cette méthode d'échantillonnage est de répartir plus largement l'échantillon dans la population tout en maintenant le caractère aléatoire dans chaque couche.

This technique is a form of sampling and so sampling techniques are often used. In order to maximize the information obtained from a set of data, it is essential that the method of data collection and the method to be used for analysing the data, be carefully chosen – each with the other in mind. All too often, data are collected and then only after the collection is finished, is any thought given to the process which might be used to analyse the data. This is a very unsound approach. The starting point should be to establish what information is required about a population.

The main aim of sampling is to determine from the sample, selected information or as much information as possible about the population from which it was drawn.

12.3.2 Types of populations

It is convenient to classify populations as follows:

- a) Finite and existent such as members (from a given production line) stored in a warehouse, or apples on a tree. Sampling from such populations may be random but not simple, for successive drawings are not independent. The sampling process may be converted to a simple procedure by replacing each member after withdrawal from the population.
- b) Infinite as in the situation where numbers are selected from a mathematically generated sequence of numbers. It should be remarked that sampling from a finite and existent population with replacement, may be regarded as sampling from an infinite population since the process will never exhaust the supply.
- c) Hypothetical as in the number sequence obtained by the throwing of a die. The continual throwing constitutes a sampling process which draws existing numbers from a non-existent population.

The types of population dealt with in this standard will comprise mainly those listed in a) and b) above.

It is worth noting that there are many instances where members of a population are described by two (sometimes more) mutually exclusive characteristics: "working or failed"; "good or bad"; "favourable or unfavourable"; "good, out-of-spec or catastrophically failed" and so on. Members of this kind of population are said to possess attributes, and sampling applied to such populations is called sampling of attributes. Where members of a population are distinguished from one another according to a continuous measurable characteristic (weight, time-to-failure, cost and so on, i.e. continuous populations), such sampling procedures are called "sampling of variables".

12.3.3 Random sampling

A random sample will be taken to mean a sample which has been selected in such a way that every possible sample has a calculable probability of selection. There will be no need actually to perform the calculation: specification and control of the sampling procedure is all that is necessary for the application of probability theory.

- a) **Simple random sampling** – If a random sampling procedure is such that every possible sample has an equal probability of selection, and in addition successive drawings are independent, then the procedure is called simple random sampling.
- b) **Stratified sampling** – Another type of sampling procedure that is extremely useful is stratified random sampling which in some respects is superior to simple random sampling. In essence this procedure is based on dividing the population into layers or strata and taking sub-samples from each. Within each stratum, each member of the population has the same chance of appearing in the sub-sample as other members of the strata. The effect of this method of sampling is to spread the sample out more evenly throughout the population while still retaining the principle of randomness within each stratum.

12.3.4 Tailles d'échantillon

Une information utile peut être obtenue d'échantillons de taille aussi petite que quelques centaines alors que la population correspondante peut être quelques dizaines ou centaines de milliers. Il peut sembler logique que, pour fournir des résultats significatifs, la taille de l'échantillon doive être une proportion fixe de la population. Cela n'est pas vrai. La somme d'informations et sa pertinence contenues dans un échantillon sont principalement liées à la taille absolue de l'échantillon et au degré de hasard.

12.3.5 Erreurs associées à l'échantillonnage

Supposons une procédure d'échantillonnage aléatoire, des échantillons d'une taille particulière sont constitués à partir d'une population. Il est peu probable que tout échantillon considéré deux à deux, donne exactement la même information sur la population parente. Une raison pour cela est qu'il existe entre les membres de la population des variabilités et qu'un échantillon peut contenir un nombre différent de membres ayant un attribut particulier, différent d'un autre. Cependant, si tous les membres de la population diffèrent très peu entre eux, c'est-à-dire si la variabilité entre les membres est très faible, des échantillons de petite taille peuvent tout à fait contenir tout ce qu'il est nécessaire de connaître sur la population. En particulier, si tous les membres sont identiques (variabilité 0 dans la population) un échantillon contenant un seul membre pourrait suffire. Ainsi, une cause d'erreur d'échantillonnage est la variabilité d'un membre à l'autre dans la population.

Quand on compare des échantillons par la moyenne calculée, une autre source de variation rencontrée est liée à la taille réelle des échantillons. Si la taille (fixe) de chaque échantillon est large, la variation entre les moyennes sera plus petite qu'elle le serait avec des tailles d'échantillon plus faibles.

L'erreur systématique peut être considérée comme une variation de fond systématique dans les paramètres qui affectent les mesures à effectuer. Par exemple, quand on constitue des échantillons successifs à partir d'une population sur une longue période, des effets peuvent apparaître qui sont liés aux variations de température, aux variations de pression, ou simplement à la fatigue et au manque de concentration, et qui ont un impact direct sur les mesures obtenues à partir de l'échantillon. De tels effets connus sous le nom d'erreur systématique, altèrent les mesures à obtenir et sont parfois difficiles à cerner.

Voir l'Annexe C pour plus d'information sur l'échantillonnage.

12.4 Collecte de données quantitatives et qualitatives

La collecte de données quantitative est la collecte de ce qui peut être établi comme une valeur tel qu'un nombre, tandis qu'une collecte qualitative est une collecte d'informations individualisées, comme la cause d'apparition d'un événement. Les deux types de données sont importants et s'étayent mutuellement. Le type collecté dépend de la sorte de question à laquelle les données doivent apporter une réponse.

12.5 Censure des données dans une collecte

Les données d'exploitation contenant des incertitudes quant à l'exactitude du moment d'apparition d'un événement sont dites «données censurées» et le type de traitement statistique des données dépend de la sorte de censure à laquelle on est confronté.

Il y existe plusieurs types de censure.

«Données complètes» signifie que la valeur de la durée de vie de chaque entité est observée ou connue. Par exemple, pour l'analyse de données relatives à la durée de vie, les données (si elles sont complètes, ce qui est inhabituel dans la collecte de données d'exploitation) devront comprendre la durée avant défaillance de toutes les entités en exploitation.

12.3.4 Sample sizes

Useful information can be obtained from sample sizes as small as a few hundred when the size of the corresponding population can be tens or hundreds of thousands. It may seem logical that in order to furnish meaningful results, the sample size should be some, possibly fixed proportion of the population size. This turns out not to be true. The amount and usefulness of the information contained in a sample is related mainly to the absolute size of the sample and to the degree of randomization.

12.3.5 Errors associated with sampling

Suppose in a random sampling procedure, samples of a particular size are drawn from a population. It is most unlikely that any two samples will yield exactly the same information concerning the parent population. One reason for this is that there exists in the population some variability between the members of the population so that by chance, one sample may contain a different number of members with a particular attribute, than does the others. However, if all the members of the population differed very little from one another, i.e. the variability between members of the population was very small, samples comprising only a small number of members might well contain all that was needed to be known about the population. In particular, if all the members were identical (zero variability in the population), a sample comprising only one member would suffice. Thus one cause of sampling error is member-to-member variability in the population.

When comparing samples by calculating sample means, another source of variation which will be encountered will be related to the actual size of the sample. If the (fixed) size of each sample is large, then the variation between sample means will be smaller than it would be if the size of each sample is small.

Bias can be regarded as systematic background variation in some parameter which affects the measurements being taken. For example, when taking successive samples from a population over a long period of time, it may well happen that an effect such as temperature change, pressure change or simply tiredness and lack of concentration may occur which will have a direct bearing on the sample measurements being obtained. Such effects are known as bias; these prevent the true value of the measurement from being obtained and are sometimes very difficult to counter.

See Annex C for further information on sampling.

12.4 Quantitative and qualitative data collection

Quantitative data collection is the collection of such things that can be stated as a value such as a number, while qualitative data collection is the collection of softer information, such as the reasons for an event occurring. Both data types are important and support each other. The type collected will depend on the sort of questions to be answered by the data.

12.5 Data censoring in data collection

Field data containing uncertainty as to exactly when the event happened are termed censored data and the type of statistical treatment of the data depends on the sort of censoring that is present.

There are several different types of censoring.

"Complete data" means that the value of the life time of each item is observed or known. For example, for life data analysis, the data (if complete, which is unusual in field data collection) would comprise the times-to-failure of all units in the field.

Souvent quand les données de durée de vie sont analysées, toutes les entités peuvent ne pas avoir subi les événements que l'on recherche ou bien le moment pour un événement n'est pas connu. Ce type de données est une donnée censurée. Il y a trois types possibles de schéma de censure: les données censurées à droite (appelées aussi données suspendues); les données censurées par intervalle; et les données censurées à gauche.

- a) **Données censurées à droite (suspendues)** – Le cas le plus répandu est appelé données censurées à droite, ou données suspendues (voir Figure 6). Ces données sont composées d'unités qui n'ont rencontré aucun événement. Pour cinq unités en exploitation où seulement trois événements (les carrés noirs) ont été rencontrés au moment de l'analyse, il y aura des données suspendues (ou censurées à droite) pour deux unités qui n'ont aucun événement (les lignes avec des flèches). Le terme «censuré à droite» implique que l'événement intéressant est situé à droite du point d'analyse.

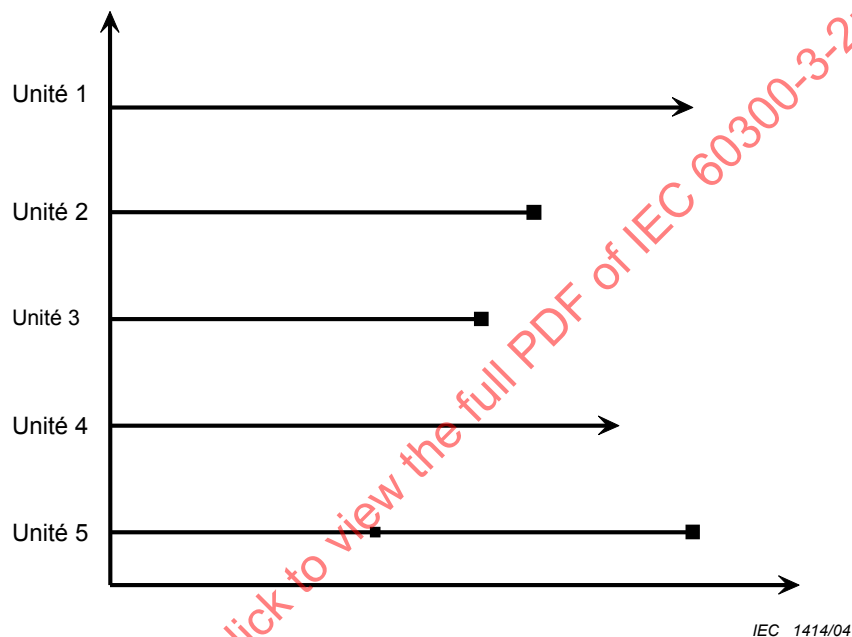


Figure 6 – Données avec censure à droite (suspendues)

- b) **Données censurées par intervalle** – Le second type de censure est appelé «données censurées par intervalle». Les données censurées par intervalle contiennent des incertitudes comme le moment exact des événements apparus dans l'intervalle. Cela peut être dû à un système qui est surveillé occasionnellement. Si nous avons inspecté cinq unités toutes les 100 h, la seule information dont nous disposons est qu'un événement est apparu dans un certain intervalle de temps (parfois entre les cercles de la Figure 7; les carrés montrent le dernier état de fonctionnement connu).

Often, when life data are analysed, all the units may not have experienced events of interest or the time of the event is not known. This type of data is censored data. There are three types of possible censoring schemes: right censored data (also called suspended data); interval censored data; and left censored data.

- a) **Right-censored (suspended) data** – The most common case is called right-censored data, or suspended data (see Figure 6). These data are composed of units that did not experience any events. For five units in the field where only three have experienced events (the black squares) by the analysis time, there would be suspended data (or right-censored data) for the two units that have had no events (the lines with the arrows). The term "right-censored" implies that the event of interest is to the right of the analysis point.

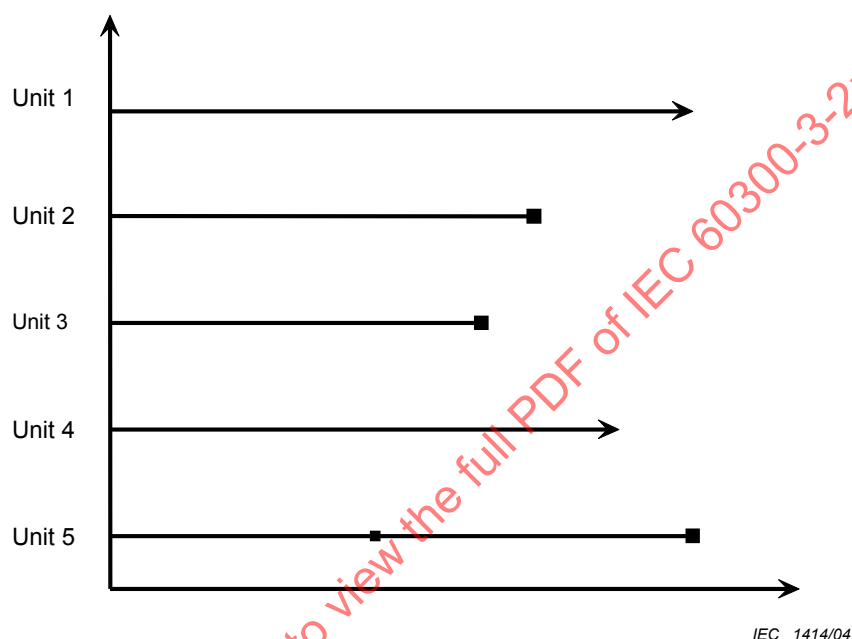


Figure 6 – Data with right censoring (suspended)

- b) **Interval-censored data** – The second type of censoring is called interval-censored data. Interval-censored data contain uncertainty as to the exact times the events happened within an interval. This may be due to a system where we only have occasional inspection. If we are operating five units and inspecting them every 100 h, the only information we have is that an event happened in a certain interval of time (sometime between the circles in Figure 7, the square boxes show the last known operating state).

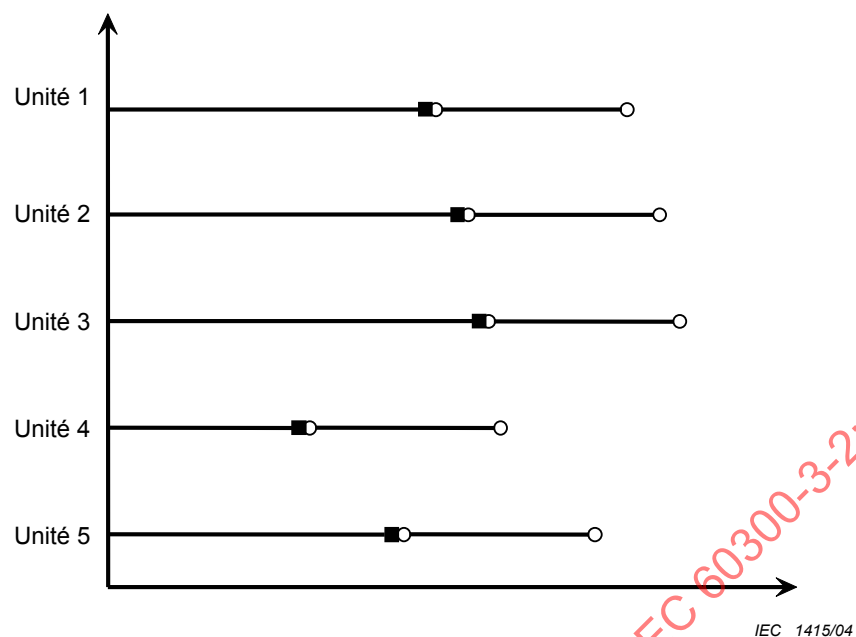


Figure 7 – Données censurées par intervalle

- c) **Données censurées à gauche** – Le troisième type de censure est similaire à la censure par intervalle et est appelé «données censurées à gauche» (voir Figure 8). Ici le moment d'occurrence d'un événement est connu seulement comme étant avant un certain temps comme représenté par les flèches pointées vers la gauche à la Figure 8.

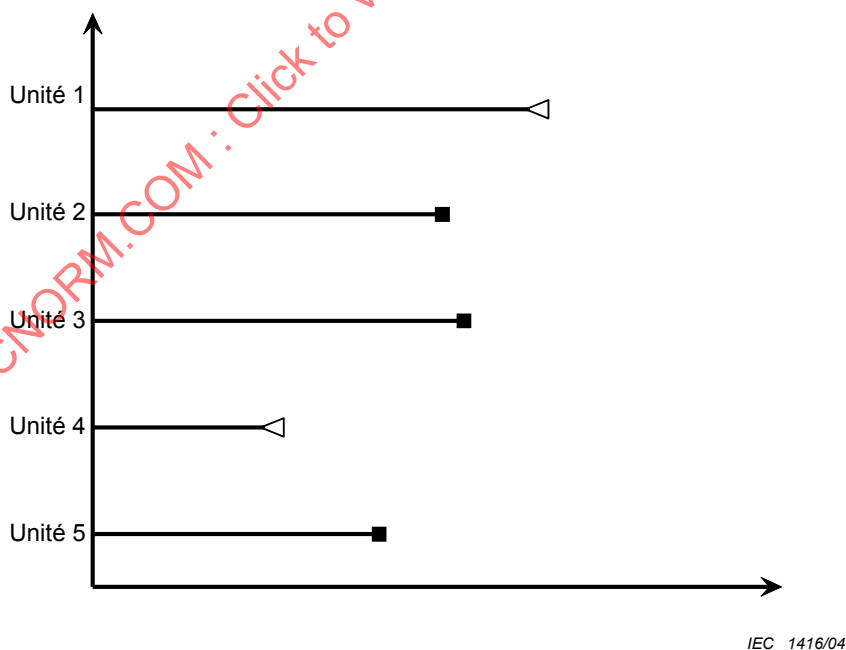


Figure 8 – Données avec une censure à gauche

Plus d'informations sur les censures de données et leurs effets sur l'analyse statistique sont données dans la CEI 60300-3-5.

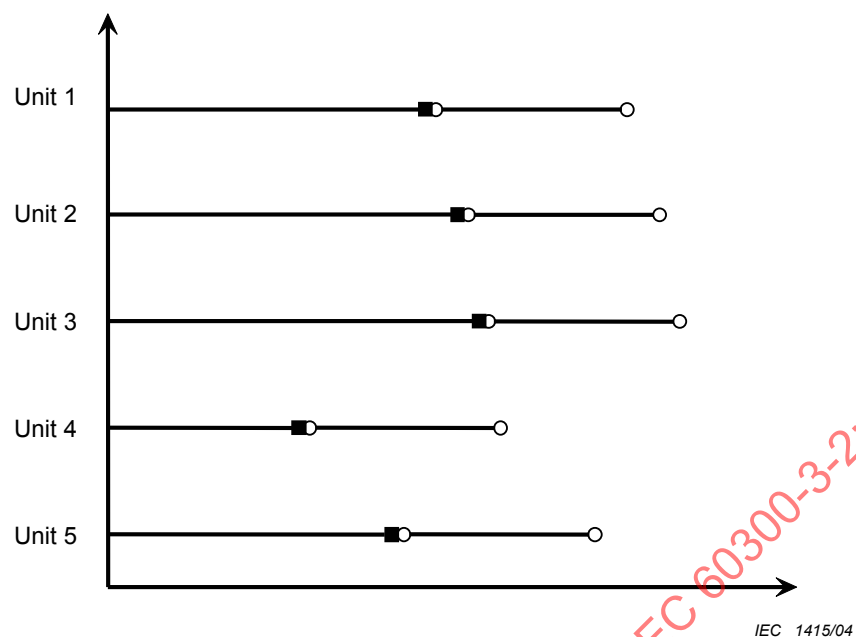


Figure 7 – Data with interval censoring

- c) **Left-censored data** – The third type of censoring is similar to the interval censoring and is called left-censored data (see Figure 8). Here an event occurrence time is only known to be before a certain time as represented by the left pointing arrows in Figure 8.

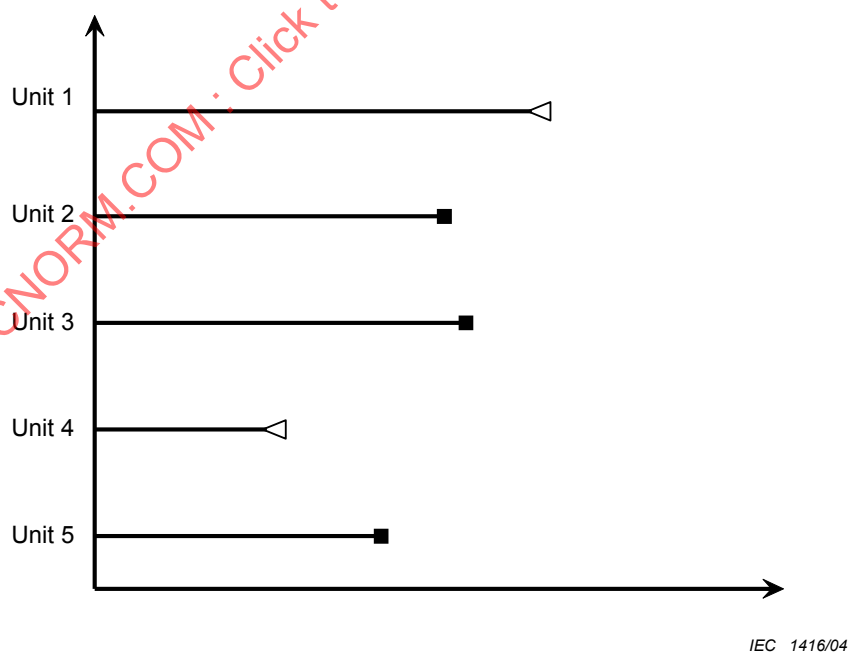


Figure 8 – Data with left censoring

More information about data censoring and its effect on statistical analysis can be found in IEC 60300-3-5.

13 Méthodes de collecte de données

13.1 Généralités

Les données de sûreté de fonctionnement sont souvent collectées sur plusieurs années et impliquent plusieurs utilisateurs différents et équipes de maintenance. D'autres personnes sont impliquées aussi dans la collecte de cette vaste quantité de données. Ainsi, la collecte de données est un des efforts à grande échelle et une source possible de données polluées. La collecte des données, les processus de collation et d'enregistrement doivent donc être aisés et à l'épreuve des erreurs.

Le recueil de données sera un mélange de codes, de données numériques et d'informations descriptives. Les codes sont généralement utilisés pour identifier des données dans un nombre limité de catégories pré-déterminées, comme moyen d'accélérer et de limiter l'entrée des données. Cela simplifie grandement l'analyse future si les catégories sont pertinentes et suffisantes pour les objectifs de l'analyse. Les catégories doivent aussi être identifiables et compréhensibles par les opérateurs. Toute ambiguïté ou écart par rapport aux événements réels se traduira par une donnée erronée. Ainsi un corollaire est que les codes et leurs catégories devraient être accompagnés de guides publiés et qu'ils devraient être conçus pour atteindre les objectifs de l'analyse pour une entité donnée. Quand les données sont collectées à partir de plusieurs sources, il est sensé d'harmoniser tous les codes ou descriptions pour toutes les sources. Cependant, cela peut ne pas être possible si les données sont collectées par des opérateurs non formés. Même si les codes sont utilisés dans tous les champs obligatoires, il convient qu'un opérateur puisse toujours fournir des commentaires sous forme textuelle.

Les données de sûreté de fonctionnement et de maintenance incluront beaucoup d'éléments communs. En conséquence et comme règle générale, il convient que la collecte de données de sûreté de fonctionnement soit intégrée au système d'enregistrement des données de maintenance. Quand c'est possible, toutes les données partageant des éléments communs seront intégrées. La probabilité d'obtenir des rapports peut être accrue si le format de rapport est combiné avec un autre type de rapport, par exemple un rapport du domaine économique (coût des remplacements, dépense sous la période de garantie, frais kilométriques et temps passés fournis par les opérateurs de maintenance). De plus, la qualité des rapports sera améliorée si les opérateurs savent comment leurs données sont utilisées, par exemple s'ils sont appelés lorsque leurs données sont incomplètes ou ambiguës.

La collecte de données avec intervention humaine impliquera habituellement plusieurs formulaires. Les formulaires standardisent le format des informations écrites. Le plus souvent la standardisation du formulaire est le premier niveau de protection contre les erreurs. Ces formulaires sont, soit sous la forme papier, soit et de plus en plus, sous la forme de documents informatiques. Les facteurs humains qui ont une influence sur le renseignement correct d'un format doivent être pris en considération. Lorsque les champs de données sont attendues sous une disposition donnée, le formulaire peut refléter cette disposition, en incluant des masques de validation quand cela est approprié. Il est recommandé que l'ordre des champs soit le plus proche possible de l'ordre de collecte le plus usuel, sans s'opposer à toute autre logique de groupement naturel. Il convient que les champs obligatoires soient clairement identifiés.

La validation de l'entrée correcte des données est essentielle. L'utilisation de masques d'entrée de données a déjà été mentionnée. Cependant, lorsque l'entrée des données dans l'ordinateur est directe, une assistance par ordinateur est possible pour valider simultanément les entrées par rapport à des valeurs permises, ou en utilisant des algorithmes de contrôle plus sophistiqués.

Finalement, la collecte et l'enregistrement manuels des données doivent être justifiés. Aucun formatage ou masque de champs ou formulaire ne vaincra le potentiel de pollution de données, d'informations manquantes ou incomplètes fournies par un personnel non motivé. L'opérateur doit se sentir impliqué et comprendre la nécessité d'obtenir des données justes. Il faudrait qu'il pense que sa contribution est de valeur et préférentiellement qu'il tirera un avantage des résultats en découlant.

13 Methods of data collection

13.1 General

Dependability data are often collected over several years and will involve many different users and maintenance staff. This vast amount of data also has to be collated, involving additional staff. Thus data collection is one of large-scale effort and a source of possible corruption. Accordingly, the data collection, collation and recording process has to emphasize ease and error-proofing.

Data collection will be a mixture of codes, numerical data and descriptive information. Codes are generally used to identify data within a limited number of pre-identified categories, as a means to speed up and limit data entry. This greatly simplifies subsequent analysis, provided the categories are appropriate and sufficient to the analysis goals. Also, the categories have to be recognizable and understood by the operators. Any ambiguity or misalignment with actual failure events will result in corrupt data. A corollary therefore, is that the codes and their categories should have clear guidelines published and that they should be designed to meet the analysis goals for the item concerned. When data are collected from numerous sources it makes sense to harmonize any codes or descriptions across the sources. This however may not be possible if the data are collected by untrained personnel. Even if codes are used in all mandatory fields it should always be possible for the repairs person to give comments in free text.

Dependability data and maintenance data will include many common elements. Therefore, as a general rule, dependability data collection should be integrated with the maintenance record system. Where possible, all data sharing common elements should be integrated. The probability of reporting can be increased if the reporting form is combined with other reporting as for example economical compensation (spare costs, payment under guarantee or mileage compensation and time reporting for the repairs person). Further, the quality of the reporting improves if the persons conducting the repairs know how the data are used, for example if they are called if their data are incomplete or ambiguous.

Data collection with human involvement will usually involve a series of forms. Forms standardize the format of the written information. The mere fact of standardization provides the first level of error proofing. These forms may be either paper or, increasingly, a computer representation. Human factors that influence the correct completion of a form have to be considered. Where a data field is expected to be of a specific layout, then the form can mirror that layout, including validation masks where appropriate. The order of the fields should reflect as far as possible the most usual order of collection, without destroying any other natural grouping logic. Mandatory fields should be clearly identified.

Validation of correct data input is essential. Use of data input-masks has already been mentioned. However, when using direct computer data input, computer assistance is possible to validate simultaneously entries against permissible values, using more sophisticated checking algorithms.

Finally, the human collector and recorder of data has to be motivated. No amount of formatting or field masking or data collection forms will defeat the potential for corrupt, missing or incomplete information supplied by an unmotivated human. The human operator has to feel involved and understand the need for good data. He should think that his contribution is worthwhile and, preferably, that he will benefit from the subsequent results.

13.2 Gestionnaire des données

Le gestionnaire des données est une des méthodes qui aide à établir la motivation des opérateurs de la collecte des données et qui aide à améliorer la qualité des données. Le gestionnaire des données a pour principal objectif la gestion des données appartenant à une entreprise de façon à améliorer leur ré-utilisation, leur accessibilité et leur qualité. La responsabilité du gestionnaire des données est d'approuver les noms standards des sujets, de développer des définitions de données cohérentes, de déterminer les surnoms des données, de développer des calculs et déductions standards, de documenter les règles applicables dans l'entreprise, de surveiller la qualité des données dans la banque de données, de définir les règles de sécurité, et ainsi de suite.

Il convient que les gestionnaires des données aient une compréhension minutieuse du fonctionnement du système. Ils doivent avoir l'assurance de la part de la communauté des technologies de l'information et de celle des utilisateurs finaux qu'ils ne génèrent pas de méta-données, qui sont des données décrivant le contenu et la structure d'autres données, et des règles de travail qui sont impossibles à appliquer ou vont à l'encontre de la culture de l'entreprise.

Une fonction type de gestion des données d'entreprise devrait avoir un gestionnaire des données par domaine majeur de données. Ces domaines de données consistent en des entités de données critiques ou de sujets tels que les clients, les commandes, les produits, les segments de marché, les employés, l'organisation, l'inventaire. Généralement, il y a 12 à 15 domaines de sujets majeurs dans toute entreprise.

Le gestionnaire des données responsable pour un domaine donné travaille habituellement avec un groupe de personnes sélectionnées représentant tous les aspects de l'entreprise pour le domaine traité. Ce comité est responsable de la résolution des problèmes d'intégration dans leur domaine. Les résultats des travaux de ce comité sont transmis aux fonctions d'administration de données et de base de données pour introduction dans les modèles de données de l'entreprise, pour l'élimination des méta-données et finalement pour la construction de la banque de données.

De même qu'il y a un architecte des données dans la plupart des fonctions d'administration de données, il convient qu'il y ait un leader des gestionnaires des données responsable pour le travail des gestionnaires des données individuels. La responsabilité du leader des gestionnaires des données est de déterminer et de contrôler le domaine de ces derniers. Ces domaines peuvent devenir brouillés et opaques, particulièrement quand les sujets se recouvrent. Des conflits peuvent surgir entre des gestionnaires des données si leurs domaines ne sont pas clairement établis. En second lieu, le leader des gestionnaires des données doit s'assurer que la résolution des problèmes difficiles est obtenue dans des délais raisonnables. S'il apparaît que la résolution est impossible ou que des blocages existent, c'est le leader des gestionnaires des données qui porte le problème devant le comité de pilotage (niveau haut des responsables de l'entreprise).

13.3 Automatisation de la collecte des données

La collecte des données peut aussi être automatisée ou semi-automatisée par l'introduction de dispositifs électroniques d'enregistrement de données. De tels moyens réduisent les erreurs mais ont des inconvénients de coût, de poids et de taille. La collecte de données automatique la plus simple utilise les codes-barre pour identifier les entités, la plus complexe utilise des puces électroniques intégrées pour effectuer la même tâche. Le choix du système d'automatisation dépend de la complexité, de la morphologie et du coût de l'entité à surveiller. Des systèmes automatisés peuvent aussi être utilisés pour la traçabilité, comme indicateur de temps passé, pour les paramètres d'estimation de l'état de santé de l'entité et pour l'environnement.

13.2 Data stewardship

Data stewardship is one method to help ensure motivation of data collectors and to help improve data quality. Data stewardship has as its main objective the management of the corporation's data assets in order to improve their reusability, accessibility and quality. It is the data stewards' responsibility to approve business naming standards, develop consistent data definitions, determine data aliases, develop standard calculations and derivations, document the business rules of the corporation, monitor the quality of the data in the data warehouse, define security requirements, and so forth.

Data stewards should have a thorough understanding of how the business works. They have to have the confidence of both the IT and end-user communities that they are not creating meta data, which are data describing the content and structure of other data, and business rules that are impossible to implement or counter to the corporation's culture.

A typical corporate data stewardship function should have one data steward assigned to each major data subject area. These subject areas consist of the critical data entities or subjects such as customer, order, product, market segment, employee, organization, inventory. Usually, there are about 12 to 15 major subject areas in any corporation.

The data steward responsible for a subject area usually works with a select group of employees representing all aspects of the company for that subject area. This committee of peers is responsible for resolving integration issues concerning their subject area. The results of the committee's work are passed on to the data administration and database administration functions for implementation into the corporate data models, meta data repository and, ultimately, the data warehouse constructs itself.

Just as there is a data architect in most data administration functions, there should be a "lead" data steward responsible for the work of the individual data stewards. The lead data steward's responsibility is to determine and control the domain of each data steward. These domains can become muddled and unclear, especially where subject areas intersect. Political battles can develop between the data stewards if their domains are not clearly established. Secondly, the lead data steward has to ensure that resolutions to difficult issues are obtained in a reasonable time. If resolution appears impossible and a deadlock has occurred, it is the lead data steward who presents the issue to the steering committee (high-level executives of the corporation) for resolution.

13.3 Automation of data collection

Data collection can also be automated or semi-automated by the incorporation of electronic data-logging devices. Such automated facilities reduce error but may give a cost, weight and size disadvantage on the installed platform. The simplest automatic data collection uses bar codes to identify item, the most complex uses built-in electronics to perform the same task. The choice of automated system will depend on the complexity, form factor and cost of the item to be tracked. Automated systems can also be used to track usage, an elapsed time indicator, item health parameters and environment.

La collecte automatisée de données (ADC), connue aussi comme identification automatisée (AutoID), identification automatisée et saisie de donnée (AIDC), et aussi simplement comme «codes-barre» consiste en plusieurs technologies incluant certaines qui n'ont rien à voir avec les codes-barre. Des systèmes vocaux, l'identification par radiofréquence (RFID), la reconnaissance optique de caractères (OCR), les scanners à laser ou à composants à coupleurs de charge (CDD), terminaux radio portables (RF), ordinateurs sur véhicules et ordinateurs portables font tous partie du sujet.

Il y a deux catégories principales de codes-barre, le code-barre unidimensionnel (1D) et le bi-dimensionnel (2D). Les codes-barre 1D sont les plus courants et consistent en plusieurs symbolisations et parfois aussi en des variantes d'une symbolisation spécifique. La symbolisation utilisée peut être imposée par la chaîne d'approvisionnement de partenaires à travers un programme de normalisation d'étiquetage, ou en cas d'utilisation uniquement interne elle peut être choisie pour une application spécifique. Les symbolisations des codes-barre 2D sont capables de stocker plus d'information mais en contrepartie, elles exigent des scanners spéciaux pour la lecture.

Il y a deux technologies de base pour lire les codes-barre. Les scanners laser utilisent un rayon laser qui se déplace sur le code-barre en lisant les espaces blancs et noirs. Les scanners laser sont utilisés depuis plusieurs décades et sont capables de lire des codes-barre à des distances significatives. Les scanners CCD (composant à coupleurs de charges) agissent comme une petite caméra numérique et prennent une image numérique du code-barre qui est ensuite décodée. Les scanners CCD ont l'avantage d'un faible coût mais sont limités à des distances de lecture courtes, de l'ordre de quelques centimètres; cependant leur technologie évolue rapidement et des dispositifs ayant des distances de lecture plus grandes deviennent disponibles.

Des scanners associés au clavier, connectés entre le clavier et l'ordinateur envoient des messages ASCII à l'ordinateur comme si le scanner était un clavier. L'avantage est qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un logiciel spécifique ou de programmer l'ordinateur. Les scanners associés au clavier permettent une introduction peu onéreuse au monde de la collecte automatisée et peuvent fournir une meilleure précision et une productivité accrue dans de nombreuses applications stationnaires d'entrée de données. Il existe aussi des modèles sans fil.

Les scanners en position fixe sont utilisés quand les codes-barre peuvent être déplacés devant le scanner, par opposition au cas où le scanner peut être déplacé vers le code-barre. Les applications incluent les systèmes automatiques de convoyage. Beaucoup de scanners fixes sont omnidirectionnels, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire que le code-barre soit orienté avec précision pour être lu.

Les terminaux portables sont d'une grande variété de conception avec des niveaux variables de fonctionnalité. Les terminaux «lots» sont utilisés pour collecter des données sous la forme de fichiers dans le dispositif, être ensuite connectés à un ordinateur pour y transférer les fichiers. Les terminaux RF utilisent les ondes de fréquence-radio pour communiquer directement avec l'ordinateur hôte ou un réseau.

Les dispositifs de poche impliquent l'utilisation d'une main pour les tenir et dans la plupart des environnements de magasins ou de manutention de matériel, c'est une contrainte puisqu'une main ne peut être utilisée pour manipuler le matériel ou travailler sur les équipements de commande de manutention. De plus, les terminaux de poche ont de très petits écrans LCD difficiles à lire, des claviers compliqués sur lesquels il est difficile de saisir des données.

Souvent les dispositifs de poche possèdent un scanner de codes-barre intégré; cependant ils peuvent être utilisés avec ou sans le scanner, ou avec un scanner séparé.

Automated data collection (ADC), also known as automated identification (AutoID), automated identification and data capture (AIDC), and by many as just "bar coding" consists of many technologies including some that have nothing to do with bar codes. Voice systems, radio frequency identification (RFID), optical character recognition (OCR), pick-to-light, laser scanners, charge coupled device (CCD) scanners, hand held batch and radio frequency (RF) terminals, vehicle mounted computers and wearable computers are all part of the ADC picture.

There are two major categories of bar codes, one dimensional (1D), and two dimensional (2D). 1D bar codes are the ones that are most familiar and consist of many different symbologies and may possibly also be variations within a specific symbology. The symbology used may be dictated by supply chain partners through a standardized compliance label program or if only used internally can be chosen based on specific application. 2D bar code symbologies are capable of storing more data than their 1D counter-parts and require special scanners to read them.

There are primarily two technologies used to read bar codes. Laser scanners use a laser beam that moves back and forth across the bar code reading the light and dark spaces. Laser scanners have been in use for decades and are capable of scanning bar codes at significant distances. CCD (charged coupled device) scanners act like a small digital camera and take a digital image of the bar code which is then decoded. CCD scanners offer a lower cost but are limited to a shorter scan distance, usually within a few centimetres; however, the technology is advancing quickly and devices with longer scan distances are becoming available.

Keyboard wedge scanners connect between a computer keyboard and the computer and send ASCII data to the computer as if the scanner were a keyboard. The advantage of this is that there is no need for special software or programming on the computer. Keyboard wedge scanners offer a low cost entry into the world of automated data collection and can provide increases in accuracy and productivity in many stationary data entry applications. There are also wireless versions of keyboard wedge scanners available.

Fixed position scanners are used where a bar code is moved in front of the scanner as opposed to the scanner being moved to the bar code. Applications include automated conveyor systems. Many fixed position scanners are omni-directional which means that the bar code does not have to be oriented in any specific way to be read.

Portable terminals come in a vast variety of designs with varying levels of functionality. Batch terminals are used to collect data into files on the device and are later connected to a computer to have the files downloaded. RF terminals use radio frequency waves to communicate live with the host system or network.

Hand-held devices imply using one hand to hold the device and in most warehousing/material handling environments this is a problem since that hand can no longer be used to handle materials or operate controls of material handling equipment. In addition, hand held terminals generally have very small LCD displays that are usually difficult to read as well as very small, complicated keypads on which it is difficult to enter data.

Hand-held devices often come with integrated bar code scanners; however, they can be used without a scanner or with a separate scanner.

La technologie vocale est maintenant tout à fait viable et constitue une solution souhaitable pour les applications de collecte de données. En réalité, la technologie vocale est composée de deux technologies: «synthèse vocale» qui convertit les données de l'ordinateur en commandes audibles, et la «reconnaissance de la parole» qui permet de convertir la voix de l'utilisateur utilisée comme entrée en donnée. L'avantage des systèmes vocaux est de laisser les mains libres ainsi que les yeux.

RFID (identification par radio-fréquence) se rapporte aux dispositifs attachés à un objet et qui transmettent des données à un récepteur RFID. L'avantage du RFID sur les codes-barre est sa capacité à contenir plus de données, sa capacité à stocker des données au cours de processus, qu'il n'exige pas de ligne sur site pour le transfert des données et qu'il est efficace dans des environnements sales où les étiquettes de codes-barre sont inopérantes; cependant le RFID a encore une tendance au coût prohibitif dans la plupart des applications de surveillance.

Depuis de nombreuses années, l'OCR a été utilisé pour le tri du courrier et la gestion documentaire mais il a vraiment peu d'application dans le magasinage et la fabrication, essentiellement parce qu'il n'est pas aussi précis que la technologie des codes-barre. Le premier avantage de l'OCR est qu'il peut lire les mêmes caractères que l'homme, éliminant ainsi le besoin simultané du code-barre et d'étiquettes textuelles, de documents, etc. et qu'il permet l'entrée de données à partir de documents qui n'incluent pas l'information sous forme de code-barre.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60300-3-2:2004

Voice technology is now a very viable and desirable solution in data collection applications. Voice technology is really composed of two technologies: "voice directed" which converts computer data into audible commands, and "speech recognition" which allows user voice input to be converted into data. The advantages of voice systems are hands-free and eyes-free operation.

RFID, (radio frequency identification) refers to devices attached to an object that transmits data to a RFID receiver. RFID has advantages over bar codes such as the ability to hold more data, the ability to change the stored data as processing occurs, does not require line-of-site to transfer data and is very effective in harsh environments where bar code labels will not work. However, it still tends to be cost prohibitive for most tracking applications.

For many years, OCR has been used in mail sorting and document management but has had very little application in warehouse and manufacturing operations primarily because it is not as accurate as bar code technology. The primary advantage of OCR is that it can read the same characters that a human can read, eliminating the need for both a bar code and human readable text on labels, documents, etc. and also allows the input of data from documents that do not include bar coded information.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60300-3-2:2004