

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

300-3-3

Première édition
First edition
1996-09

Gestion de la sûreté de fonctionnement –

Partie 3:

Guide d'application –

Section 3: Evaluation du coût du cycle de vie

Dependability management –

Part 3:

Application guide –

Section 3: Life cycle costing



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 300-3-3 : 1996

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

300-3-3

Première édition
First edition
1996-09

Gestion de la sûreté de fonctionnement –

Partie 3:

Guide d'application –

Section 3: Evaluation du coût du cycle de vie

Dependability management –

Part 3:

Application guide –

Section 3: Life cycle costing

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	10
4 Notion de coût du cycle de vie	10
5 Sûreté de fonctionnement et rapport avec le CCV	16
6 Modélisation du CCV	22
7 Processus d'évaluation du coût du cycle de vie	32
8 Incertitude et risques	40
Annexe A – Activités caractéristiques génératrices de coûts	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references.....	9
3 Definitions	11
4 Life cycle cost concept.....	11
5 Dependability and LCC relationship.....	17
6 LCC modelling.....	23
7 Life cycle costing process	33
8 Uncertainty and risks.....	41
Annex A – Typical cost generating activities.....	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3: Guide d'application – Section 3: Evaluation du coût du cycle de vie

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 300-3-3 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/500/FDIS	56/535/RVD

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

L'annexe A est fournie uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEPENDABILITY MANAGEMENT –

**Part 3: Application guide –
Section 3: Life cycle costing**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 300-3-3 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/500/FDIS	56/535/RVD

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

Annex A is for information only.

INTRODUCTION

La clientèle d'aujourd'hui exige des produits fiables, remplissant leurs fonctions en toute sécurité, et d'un entretien facile tout au long de leur durée de vie. La décision d'achat n'est pas seulement conditionnée par le coût initial du produit (coût d'acquisition) mais également par les coûts d'exploitation et de maintenance prévus du produit au cours de sa durée de vie (coût de propriété). Pour satisfaire le client, les fournisseurs se voient au défi de concevoir des produits fiables à des prix compétitifs en optimisant leurs coûts d'acquisition et de propriété. Ce processus d'optimisation devrait, dans l'idéal, commencer dès la conception du produit et intégrer, par extension, tous les frais encourus pendant sa durée de vie. Toutes les décisions prises relativement à la conception et la fabrication d'un produit peuvent influencer ses performances, sa sécurité, sa fiabilité, sa maintenabilité, ses prescriptions de maintenance, etc., et permettent finalement de déterminer son prix et son coût de propriété.

L'évaluation du coût du cycle de vie est le processus d'analyse économique permettant d'estimer le coût total d'acquisition et de propriété d'un produit. Cette analyse fournit des facteurs importants s'inscrivant dans le processus décisionnel de conception, de développement et d'utilisation du produit. Les fournisseurs des produits peuvent optimiser leur conception en procédant à une évaluation des solutions et en réalisant des études de compromis. Ils peuvent évaluer diverses stratégies d'exploitation et de maintenance (pour aider les utilisateurs des produits) afin d'optimiser le coût du cycle de vie (CCV). L'analyse du coût du cycle de vie peut être également appliquée de manière effective à l'évaluation des coûts associés à une activité spécifique, par exemple, les effets de différents concepts/approches de maintenance, afin de couvrir une partie précise d'un produit ou seulement une ou des phases sélectionnées dans le cycle de vie d'un produit.

L'analyse du coût du cycle de vie s'applique de façon optimale lors de la phase initiale de conception du produit, pour optimiser l'approche conceptuelle de base. Cependant, il est également recommandé de l'utiliser au cours des phases suivantes du cycle de vie afin d'optimiser d'autres décisions relatives à l'ingénierie et de faciliter la répartition efficace des ressources.

L'application formelle du processus d'évaluation du coût du cycle de vie dépendra des prescriptions contractuelles du client. Cependant, l'analyse du coût du cycle de vie fournit un élément utile dans le cadre d'un processus décisionnel de conception, quel qu'il soit. Par conséquent, il est recommandé de l'intégrer dans le processus de conception, dans la mesure du possible, afin d'optimiser les caractéristiques et les coûts du produit.

INTRODUCTION

Today's customers require products that are reliable, that perform their functions safely and that can be easily maintained over their useful lives. Their decision to purchase is not only influenced by the product's initial cost (acquisition cost) but also by the product's expected operating cost and maintenance cost over its life (ownership cost). In order to achieve customer satisfaction, the challenge for suppliers is to design products that are reliable and cost competitive by optimizing acquisition and ownership costs. This optimization process ideally should start at the product's inception and should be expanded to take into account all the costs that will be incurred throughout its lifetime. All decisions made about a product's design and manufacture may affect its performance, safety, reliability, maintainability, maintenance support requirements, etc., and ultimately determine its price and ownership cost.

Life cycle costing is the process of economic analysis to assess the total cost of acquisition and ownership of a product. This analysis provides important inputs in the decision making process in the product design, development and use. Product suppliers can optimize their designs by evaluation of alternatives and by performing trade-off studies. They can evaluate various operating and maintenance strategies (to assist product users) to optimize life cycle cost (LCC). The life cycle cost analysis can also be effectively applied to evaluate the costs associated with a specific activity, for example effects of different maintenance concepts/approaches, to cover a specific part of a product, or to cover only (a) selected phase(s) of a product's life cycle.

Life cycle cost analysis is most effectively applied in the product's early design phase to optimize the basic design approach. However, it should also be used during the subsequent phases of the life cycle to optimize other engineering decisions and facilitate efficient allocation of resources.

Formal application of the life cycle costing process to a product will depend on customer/contract requirements. However, life cycle cost analysis provides a useful input to any design decision making process. Therefore, it should be integrated with the design process, to the extent feasible, to optimize product characteristics and costs.

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3: Guide d'application – Section 3: Evaluation du coût du cycle de vie

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 300-3 fournit une introduction générale à la notion d'évaluation du coût du cycle de vie. Bien que le coût du cycle de vie inclut de nombreux éléments, cette section met particulièrement en évidence les coûts associés à la sûreté de fonctionnement du produit.

Elle est destinée à une application générale, tant par les clients (utilisateurs) que par les fournisseurs des produits. Elle explique l'objet et la valeur de l'évaluation du coût du cycle de vie et passe brièvement en revue les approches générales impliquées. Elle identifie également les éléments caractéristiques du coût du cycle de vie, afin de faciliter la planification du projet et du programme.

Des indications générales sont fournies, permettant la réalisation d'une analyse du coût du cycle de vie, y compris le développement type du coût du cycle de vie.

NOTE – D'autres sections complémentaires de la présente norme, sont à l'étude.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 300-3. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 300-3 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(191): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 300-1/ISO 9000-4: 1993, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 1: Gestion du programme de sûreté de fonctionnement*

CEI 300-2: 1995, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 2: Eléments et tâches du programme de sûreté de fonctionnement*

ISO 9004-1: 1994, *Gestion de la qualité et éléments de système qualité – Partie 1: Lignes directrices*

ISO 8402: 1994, *Gestion de la qualité et assurance de la qualité – Vocabulaire*

DEPENDABILITY MANAGEMENT –

Part 3: Application guide – Section 3: Life cycle costing

1 Scope

This section of IEC 300-3 provides a general introduction to the concept of life cycle costing. Although the life cycle costs consist of many contributing elements, this standard particularly highlights the costs associated with dependability of the product.

It is intended for general application by both customers (users) and suppliers of products. It explains the purpose and value of life cycle costing and outlines the general approaches involved. It also identifies typical life cycle cost elements to facilitate project and programme planning.

General guidance for conducting a life cycle cost analysis, including life cycle cost model development, is provided.

NOTE – Further supporting sections to this standard are under consideration.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 300-3. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 300-3 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(191): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 300-1/ISO 9000-4: 1993, *Dependability management – Part 1: Dependability programme management*

IEC 300-2: 1995, *Dependability management – Part 2: Dependability programme elements and tasks*

ISO 9004-1: 1994, *Quality management and quality system elements – Part 1: Guidelines*

ISO 8402: 1994, *Quality management and quality assurance – Vocabulary*

3 Définitions

Pour le besoin de la présente section de la CEI 300-3, les termes et définitions de la CEI 50(191) et de l'ISO 8402 sont applicables. De plus, les termes et définitions suivants sont utilisés:

3.1 cycle de vie: Intervalle de temps entre le concept et la définition d'un produit et sa mise au rebut.

3.2 coût du cycle de vie (CCV): Coût cumulé d'un produit tout au long de son cycle de vie.

3.3 évaluation du coût du cycle de vie: Processus d'analyse économique permettant d'estimer le coût du cycle de vie d'un produit tout au long de son cycle de vie ou sur une portion de ce cycle.

3.4 moteur de coût: Élément du CCV exerçant une influence majeure sur le CCV.

3.5 profil des coûts: Représentation graphique ou tabulaire indiquant la répartition des coûts durant le cycle de vie (ou la portion du cycle de vie) d'un produit.

3.6 structure de décomposition du coût du cycle de vie: Décomposition ordonnée des éléments de coûts compris dans le coût du cycle de vie global d'un produit.

4 Notion de coût du cycle de vie

4.1 Objectifs de l'évaluation du coût du cycle de vie

L'objectif premier de l'évaluation du coût du cycle de vie est d'estimer et/ou d'optimiser les coûts du cycle de vie d'un produit tout en satisfaisant aux spécifications de performances, de sécurité, de fiabilité, de maintenabilité et autres exigences. Le but est de fournir des éléments s'inscrivant dans le processus décisionnel lors de toutes les phases (particulièrement lors des premières phases) du cycle de vie d'un produit. Les types de décisions les plus courantes pour lesquels le processus d'évaluation du coût du cycle de vie est utilisé comprennent, à titre d'exemple:

- l'évaluation et la comparaison de différentes approches conceptuelles;
- l'estimation de la viabilité économique de projets/produits;
- l'identification des moteurs de coût et des améliorations au niveau de la rentabilité;
- l'évaluation et la comparaison de choix stratégiques relatifs à l'utilisation, l'exploitation, l'essai, le contrôle, la maintenance, etc., d'un produit;
- l'évaluation et la comparaison de différentes approches concernant le remplacement, la réhabilitation ou l'arrêt d'installations obsolètes;
- attribution de fonds disponibles selon les diverses priorités concernant le développement/l'amélioration du produit;
- l'estimation des critères d'assurance produit par des essais de vérification;
- planification financière à long terme.

4.2 Phases du cycle de vie d'un produit et CCV

La notion d'évaluation du coût du cycle de vie implique une compréhension élémentaire du cycle de vie d'un produit et des activités réalisées au cours de ces phases. Il est également essentiel de comprendre le rapport entre ces activités et les performances, la sécurité, la maintenabilité, et les autres caractéristiques du produit, ainsi que les coûts du cycle de vie qui en résultent.

3 Definitions

For the purpose of this section of IEC 300-3 the terms and definitions of IEC 50(191) and ISO 8402 apply. In addition, the following terms and definitions are used:

3.1 **life cycle:** Time interval between a product's conception and its disposal.

3.2 **life cycle cost (LCC):** Cumulative cost of a product over its life cycle.

3.3 **life cycle costing:** Process of economic analysis to assess the life cycle cost of a product over its life cycle or a portion thereof.

3.4 **cost driver:** LCC element which has a major impact on the LCC.

3.5 **cost profile:** Graphical or tabular representation showing the distribution of costs over the life cycle (or portion thereof) of a product.

3.6 **life cycle cost breakdown structure:** Ordered breakdown of the elements of cost to arrive at a product's total life cycle cost.

4 Life cycle cost concept

4.1 Objectives of life cycle costing

The primary objective of life cycle costing is to evaluate and/or optimize a product's life cycle costs while satisfying specified performance, safety, reliability, maintainability and other requirements. The aim is to provide input to decision making in all phases (especially in early phases) of a product's life cycle. The more common types of decisions to which the life cycle costing process is used to provide input include, for example:

- evaluation and comparison of alternative design approaches;
- assessment of economic viability of projects/products;
- identification of cost drivers and cost effective improvements;
- evaluation and comparison of alternative strategies for product use, operation, test, inspection, maintenance, etc.;
- evaluation and comparison of different approaches for replacement, rehabilitation/life extension or retirement of ageing facilities;
- allocation of available funds among the competing priorities for product development/improvement;
- assessment of product assurance criteria through verification tests and its trade-off;
- long term financial planning.

4.2 Product life cycle phases and LCC

Fundamental to the concept of life cycle costing is a basic understanding of a product life cycle and the activities that are performed during these phases. Also essential is an understanding of the relationship of these activities to the product performance, safety, reliability, maintainability and other characteristics, and resulting life cycle costs.

Le cycle de vie d'un produit comprend six phases principales (selon la définition de la CEI 300-2):

- a) concept et définition;
- b) conception et développement;
- c) fabrication;
- d) installation;
- e) exploitation et maintenance;
- f) mise au rebut.

Le total des coûts encourus durant les phases ci-dessus peut être divisé en deux catégories principales qui sont les coûts d'acquisition et les coûts de propriété. D'où, par définition:

$$\text{CCV} = \text{Coût}_{\text{acquisition}} + \text{Coût}_{\text{propriété}}$$

Les coûts d'acquisition sont engagés généralement durant les trois premières phases du cycle de vie et concernent à la fois le fournisseur et le client. Les coûts de propriété sont engagés au cours des trois dernières phases. Bien que ces derniers coûts concernent avant tout l'utilisateur du produit, c'est-à-dire le client, ils représentent, de plus en plus, une préoccupation pour le fournisseur également, en raison de l'utilisation d'accords de garantie à long terme et d'autres dispositions contractuelles. Les coûts d'acquisition sont généralement visibles et peuvent être facilement évalués avant que la décision d'acquisition ne soit prise. Cependant, les coûts de propriété qui représentent souvent un élément majeur du CCV et dépassent dans de nombreux cas les coûts d'acquisition, ne sont pas tout de suite visibles et sont difficiles à prévoir. Le manque de visibilité de ces coûts (qui incluent les coûts associés à la sécurité, à la fiabilité, la maintenabilité, le soutien logistique de maintenance) au cours des premières phases de conception engendre une incertitude et un risque au niveau du processus décisionnel.

Les phases du cycle de vie identifiées ci-dessus s'appliquent aux nouveaux produits et ne s'appliquent pas nécessairement aux produits déjà bien développés. Par conséquent, pour estimer le coût du cycle de vie, il est recommandé de définir clairement les phases du cycle de vie pour le produit considéré afin de permettre l'identification des diverses activités impliquant des coûts lors des différentes phases du cycle de vie.

La figure 1 présente les phases du cycle de vie d'un produit ainsi que certains sujets qu'il est recommandé d'aborder au cours d'une étude d'évaluation du coût du cycle de vie.

There are six major life cycle phases of a product (as defined in IEC 300-2):

- a) concept and definition;
- b) design and development;
- c) manufacturing;
- d) installation;
- e) operation and maintenance;
- f) disposal.

The total costs incurred during the above phases can be divided into two major areas, namely, acquisition costs and ownership costs. Hence, by definition:

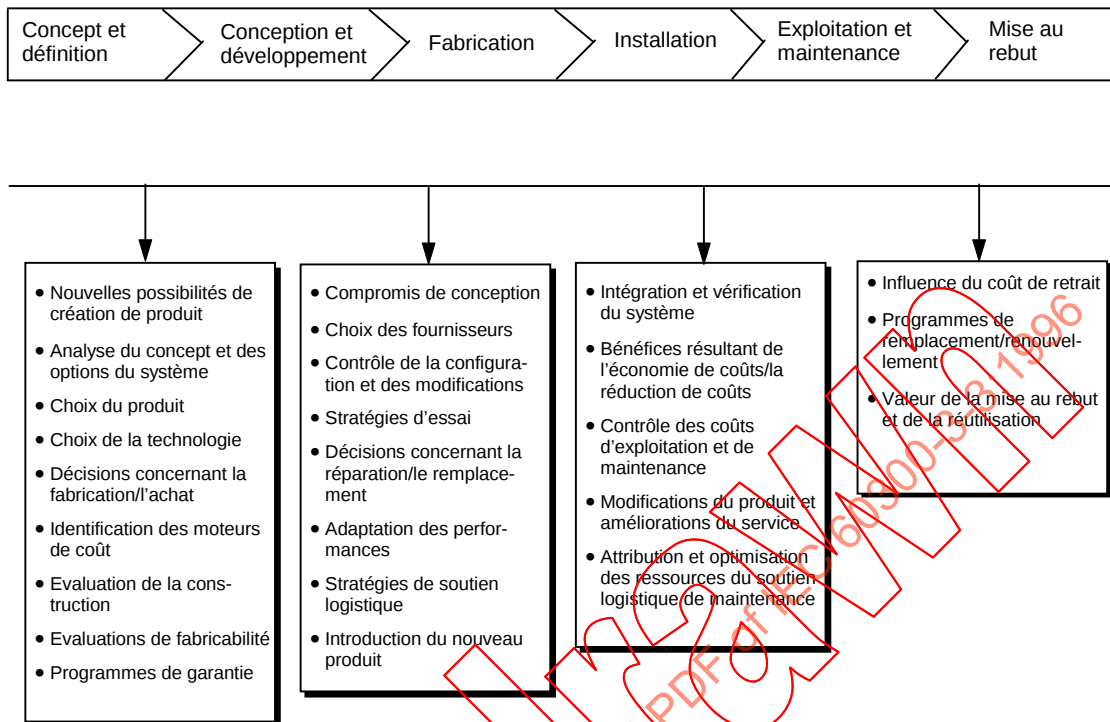
$$\text{LCC} = \text{Cost}_{\text{acquisition}} + \text{Cost}_{\text{ownership}}$$

Acquisition costs are incurred generally during the first four life cycle phases and are of concern both to the supplier and to the customer. Ownership costs are incurred during the last three phases. Although the latter costs are of prime concern to the product user, that is the customer, they are increasingly becoming a concern of the supplier as well, through the use of extended warranty type agreements and other contractual arrangements. The acquisition costs are generally visible, and can be readily evaluated before the acquisition decision is made. However, the ownership costs, which often are a major component of LCC, and in many cases exceed acquisition costs, are not readily visible and are difficult to predict. Lack of visibility of these costs (which include costs associated with safety, reliability, maintainability, maintenance support performance) in early design phases creates uncertainty and risk in the decision making process.

The life cycle phases identified above apply to new products and do not necessarily apply to those that are well developed. Therefore, for estimating life cycle cost, the life cycle phases for the product under consideration should be clearly defined to allow identification of various activities that involve costs over the various life cycle phases.

Figure 1 shows the life cycle phases of a product, together with some of the topics that should be addressed by a life cycle costing study.

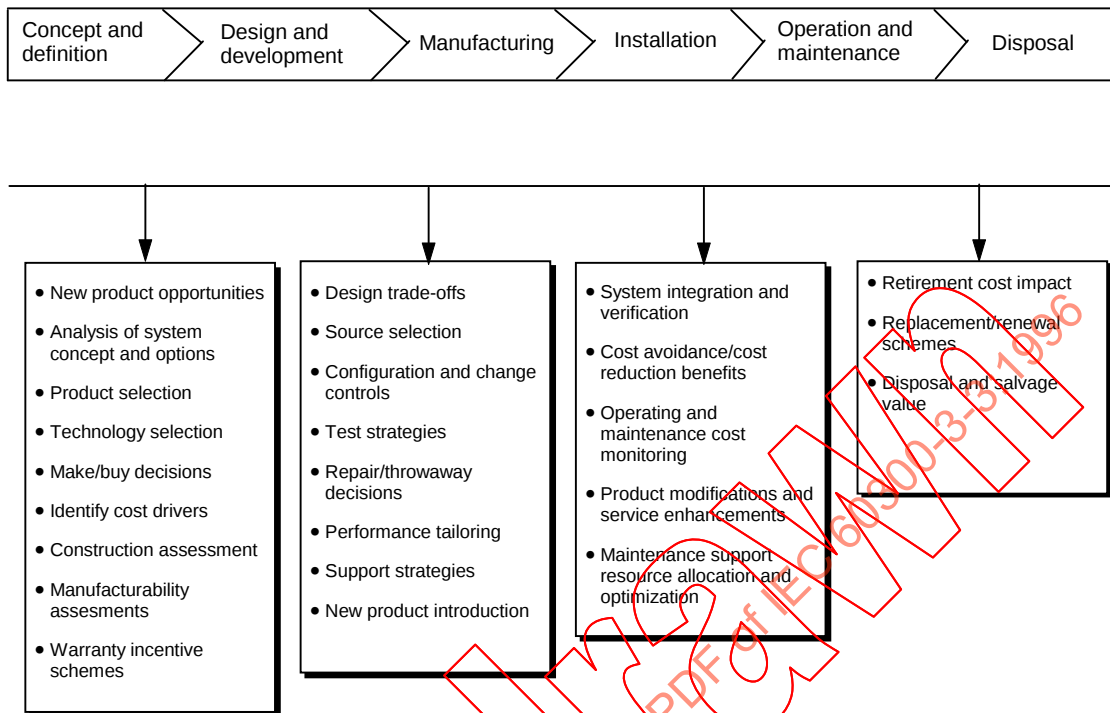
Phases du cycle de vie



IEC 643/96

Figure 1 – Exemples d'applications du CCV

Life cycle phases



IEC 643/96

Figure 1 – Sample applications of LCC

4.3 Temps d'évaluation du coût du cycle de vie

L'analyse de l'évaluation du coût du cycle de vie peut être effectuée lors d'une ou de toutes les phases du cycle de vie d'un produit afin de fournir des éléments décisionnels concernant la conception, la fabrication, l'installation, l'exploitation, la maintenance et l'élimination du produit. Cependant, une identification précoce des coûts d'acquisition et de propriété permet au décideur d'équilibrer les performances, la fiabilité, la maintenabilité, le soutien logistique de maintenance et les autres objectifs par rapport aux coûts du cycle de vie. Les décisions prises au début du cycle de vie d'un produit exercent une influence beaucoup plus importante sur le CCV que les décisions prises plus tardivement au cours du cycle de vie d'un produit. L'expérience a montré qu'à la fin des phases de conception et de définition, plus de la moitié du CCV du produit est conditionnée par des décisions prises en relation avec les caractéristiques, les performances, la fiabilité, les ressources technologiques et de soutien. A la fin de la phase de conception et de développement, une partie plus importante du CCV du produit est susceptible d'être fixée. Le produit est enfermé dans un système relativement rigide comprenant la configuration du matériel et du logiciel, l'exploitation et le soutien logistique de maintenance. Il en ressort clairement que la programmation de l'analyse du coût du cycle de vie est cruciale pour optimiser le produit et les coûts qui lui sont associés. La flexibilité au niveau des compromis et des options de conception se restreint au fur et à mesure que le produit avance dans son cycle de vie.

Le processus d'évaluation du coût du cycle de vie peut s'appliquer à l'ensemble du cycle de vie d'un produit, ou à une partie seulement. Dans ce dernier cas, on obtiendra une estimation partielle du coût du cycle de vie global qui toutefois ne fournira pas d'éléments pour une optimisation du coût du cycle de vie. De telles estimations sont utiles dans la mesure où elles permettent de concentrer particulièrement l'attention sur des études comparatives pour lesquelles seuls les écarts de coûts sont estimés et comparés entre diverses solutions. Il est recommandé de calculer la période de vie sur laquelle on réalise l'analyse de l'estimation du coût du cycle de vie en fonction d'un produit/projet particulier afin de tirer un résultat maximal des analyses.

5 Sûreté de fonctionnement et rapport avec le CCV

5.1 Généralités

La sûreté de fonctionnement d'un produit est un terme collectif employé pour décrire la disponibilité d'un produit et les facteurs qui l'influencent, c'est-à-dire la fiabilité, la maintenabilité et le soutien logistique de maintenance. Les performances dans ces domaines peuvent exercer une influence significative sur le CCV. Des coûts initiaux plus élevés sont susceptibles d'engendrer une amélioration de la fiabilité et/ou de la maintenabilité et par là-même de la disponibilité, ce qui a pour effet de réduire les coûts d'exploitation et de maintenance. Par exemple, il peut se révéler moins coûteux d'utiliser des pièces ou des parties de pièces de meilleure qualité afin de réduire les coûts de défaillance ou de maintenance au cours de la phase d'exploitation.

Il est recommandé que la fiabilité, la maintenabilité et les autres considérations relatives à la gestion de la sûreté de fonctionnement fassent partie intégrante du processus de conception et des évaluations du CCV. Il convient de passer en revue ces considérations de façon critique lors de la préparation des spécifications du produit et de les évaluer continuellement au cours des phases de conception afin d'optimiser la conception du produit en réduisant le coût du cycle de vie au maximum.

Les coûts associés à la sécurité, à la fiabilité, la maintenabilité et au soutien logistique de maintenance du produit, qui ne sont pas apparents mais qui doivent figurer dans les modèles d'évaluation du coût du cycle de vie, sont susceptibles d'inclure les éléments suivants, selon les cas:

- coûts d'indisponibilité (comprenant les coûts associés à la perte de fonction du produit);
- coûts de garantie et coûts des accords du type garantie;
- coûts de la responsabilité civile.

4.3 *Timing of life cycle costing*

Life cycle cost analysis can be carried out in any and all phases of a product's life cycle to provide input to decisions regarding product concept, design, manufacture, installation, operation, maintenance and disposal. However, early identification of acquisition and ownership costs enables the decision maker to balance performance, reliability, maintainability, maintenance support and other goals against life cycle costs. Decisions made early in a product's life cycle have a much greater influence on LCC than those made later in a product's life cycle. Experience has shown that by the end of the concept and definition phases, more than half of product LCC may be determined by decisions made with respect to product features, performance, reliability, technology and support resources. By the end of the design and development phase, even more of product LCC may be fixed. The product is locked into a fairly rigid system of hardware and software configuration, operation, and maintenance support. This clearly implies that the timing of the LCC analysis is very crucial to optimize the product and its associated costs. The flexibility in design trade-offs and options becomes increasingly limited as the product advances in its life cycle.

The life cycle cost process can be applied to the whole life cycle of a product or to a part of it. In the latter case, a partial estimate of the overall life cycle cost will be obtained, although it will not provide for LCC optimization. Such estimates are useful as they permit specific focus on comparative studies where only the cost differentials in various alternatives are to be assessed and compared. The period of life over which the life cycle costing analysis is made should be tailored to suit a particular product/project in order to obtain the maximum benefit from the analysis effort.

5 **Dependability and LCC relationship**

5.1 *General*

Dependability of a product is a collective term which is used to describe the product's availability performance and its influencing factors, such as reliability performance, maintainability performance and maintenance support performance. Performance in all these areas can have a significant impact on the LCC. Higher initial costs may result in improved reliability and/or maintainability, and thus improved availability with resultant lower operating and maintenance costs. For example, it may be less expensive to use higher quality parts or part deratings in order to incur lower failure and maintenance costs during its operation phase.

Reliability, maintainability and other dependability management considerations should be an integral part of the design process and LCC evaluations. These considerations should be critically reviewed when preparing product specifications, and be continually evaluated throughout the design phases in order to optimize product design to the lowest life cycle cost.

Costs associated with product safety, reliability, maintainability and maintenance support performance, which are not that apparent, but need to be accounted for in life cycle cost models, may include the following, as appropriate:

- unavailability costs (including costs associated with loss of product function);
- warranty costs and costs for warranty-type agreements;
- liability costs.

Ces coûts sont détaillés dans les paragraphes suivants.

5.2 Coûts d'indisponibilité

L'indisponibilité d'un produit est conditionnée par sa fiabilité, sa maintenabilité et ses ressources en soutien logistique de maintenance. Il se peut que le produit soit indisponible en raison d'une défaillance de matériel ou de logiciel, ou une erreur humaine, ou du fait de la maintenance préventive (nécessitant une mise hors service du produit). Des coûts de main-d'oeuvre, d'équipements et d'autres coûts logistiques sont associés à ces activités. Les coûts liés à l'indisponibilité sont susceptibles d'inclure:

- le coût de la maintenance corrective;
- le coût de la maintenance préventive;
- le coût associé à la perte de fonction du produit au cours de sa période d'indisponibilité.

Ce dernier coût, parfois désigné aussi sous le terme de coûts résultants, peut être relativement important dans le cas de produits réalisant des fonctions critiques pour lesquels les pénalités liées à la perte de fonction du produit sont très élevées. Les pénalités représentent soit une perte de revenus pour l'utilisateur dont le produit ne rend plus le service attendu, soit des coûts supplémentaires occasionnés par les actions entreprises par l'utilisateur pour compenser la perte de service du produit. Dans certains cas, le coût associé à la perte de service du produit peut être influencé de façon significative par la fréquence des défaillances (c'est-à-dire la fiabilité) tandis que pour d'autres produits, la fréquence des défaillances (fiabilité) tout comme le temps de réparation (maintenabilité et soutien logistique de maintenance) peuvent être importants. Parmi les facteurs influençant le coût associé à la perte de fonction du produit, on distingue:

- a) les différences entre la nature et l'importance des défaillances et des temps d'indisponibilité effectifs et ceux prévus par l'utilisateur individuel;
- b) les circonstances réelles dans lesquelles surviennent la défaillance et les temps d'indisponibilité, particulièrement en ce qui concerne la demande de l'utilisateur concernant le service fourni par ce produit ainsi que toutes les autres solutions à sa disposition;
- c) la possibilité ou non de stocker le service fourni par le produit;
- d) les conséquences pour le ou les clients de l'utilisateur, et leurs réactions consécutives au retard du produit;

NOTE – Les coûts d'indisponibilité pourraient aussi inclure les coûts relatifs à la perte de l'image et du prestige de l'entreprise, ou la perte de clients, dus à une défaillance spécifique. Dans la plupart des cas, ces coûts sont difficiles à évaluer mais quelquefois il est possible de les quantifier. Par exemple ces coûts peuvent être estimés sur la base du coût des campagnes de publicité et sur la base des coûts des travaux de marketing ou sur la base des compensations allouées pour retenir les clients. Lorsque cela est applicable, il convient de prendre en compte ces coûts.

L'indisponibilité d'un produit peut influencer son CCV de façon significative. Par conséquent, il est nécessaire d'optimiser la disponibilité d'un produit pour obtenir le CCV le plus bas. Ce rapport conceptuel entre la disponibilité (fiabilité, maintenabilité et soutien logistique de maintenance) et le CCV sous une forme simplifiée est illustré par la figure 2. Elle montre qu'un accroissement de la fiabilité (tous les autres facteurs restant stables) entraînera généralement une augmentation des coûts d'acquisition, mais aussi une diminution des coûts de maintenance et de soutien logistique. Le CCV est minimisé lorsque l'accroissement du coût d'acquisition dû à l'amélioration de la fiabilité est égal à l'économie faite sur les coûts de maintenance et de soutien et sur les coûts qui en résultent. A un certain point, on obtient une fiabilité optimale du produit correspondant au coût du cycle de vie le plus bas.

These costs are explained further in the following subclauses.

5.2 Unavailability costs

Unavailability of a product is influenced by its reliability, maintainability and maintenance support resources. The product may be unavailable because of a hardware or software failure or a human error, or because of preventive maintenance (which requires the product to be taken out of service). There are labour, materials and other support costs associated with these activities. The costs of unavailability may include:

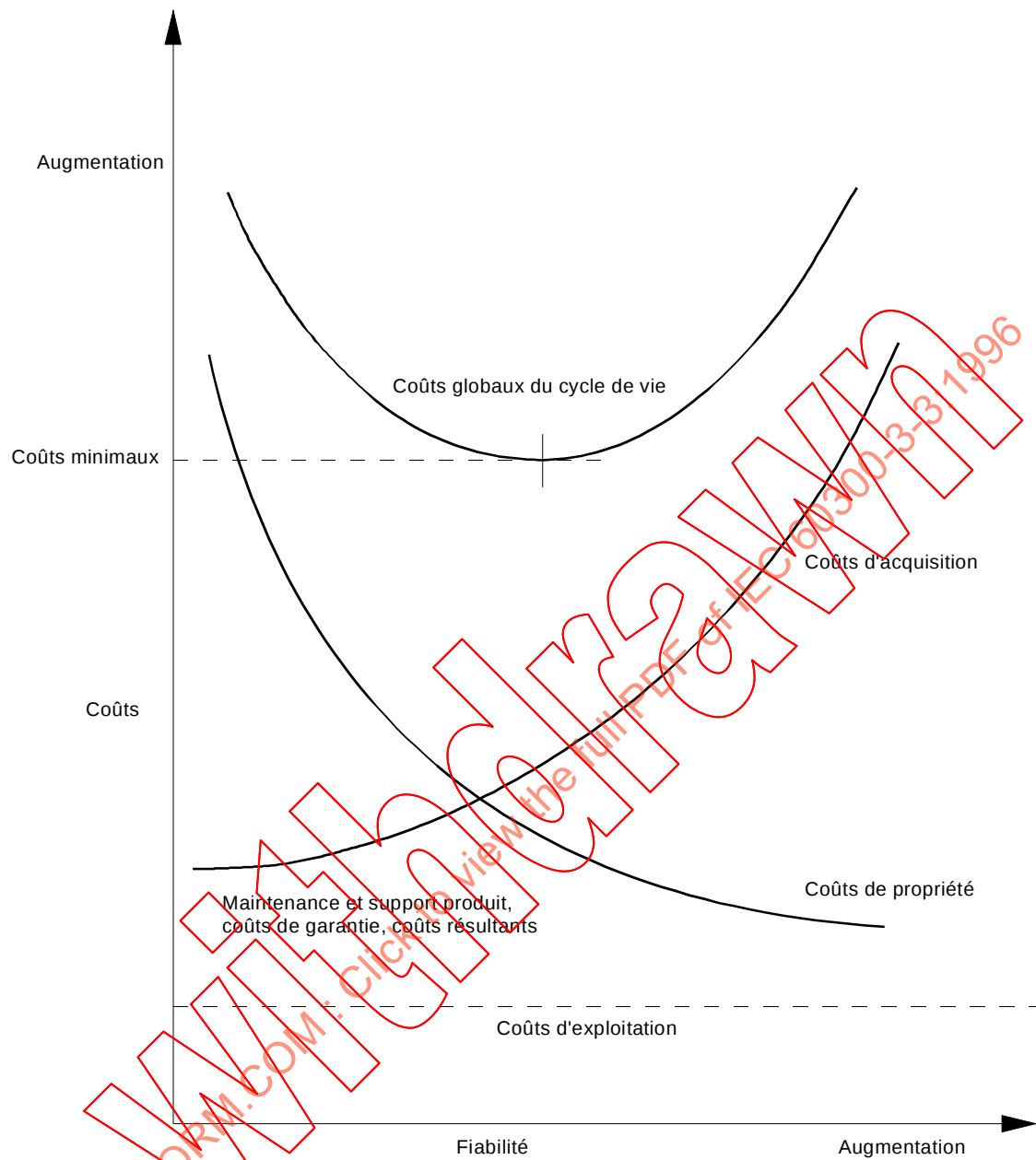
- cost of corrective maintenance;
- cost of preventive maintenance;
- the cost associated with the loss of product's function during the period of its unavailability.

The latter cost, sometimes also referred to as consequential costs, can be quite significant in the case of products performing critical functions where the penalties for loss of the product's function are very high. The penalties consist of either loss of income to the user through failure of the product to deliver its output or additional costs arising from the user having to take actions to compensate for the loss of the product's output. In some instances, the cost associated with loss of product function may be significantly influenced by the frequency of failures (that is reliability) whereas for some other products, both failure frequency (reliability) and restoration time (maintainability and maintenance support) may be important. The factors that affect the cost associated with the loss of the product's function include:

- a) differences in the pattern and extent of actual failures and downtimes, and those for which the individual user had planned and catered for;
- b) the actual circumstances in which the failure and downtime occur, especially in regard to the demand placed on the user for the output of that product and all other alternative sources open to him;
- c) the ability or otherwise to restore the output of the product;
- d) the consequences to, and the reaction by, the user's own customer(s) as a result of delay to the product.

NOTE – Unavailability costs could also include costs related to the loss of image and prestige of the company or the loss of clients, caused by some specific failures. In most cases, these costs are difficult to assess, but sometimes it is possible to quantify them. For example, these costs may be estimated based on publicity campaign costs and costs of marketing efforts or compensations in order to retain the clients. Where applicable, these costs should be accounted for.

The unavailability of a product can significantly affect its LCC. Therefore, the availability performance of a product needs to be optimized in order to obtain the lowest LCC. This conceptual relationship between availability (reliability, maintainability and maintenance support) and the LCC in a simplified form is illustrated in figure 2. It shows that with increasing reliability (all other factors held constant), the acquisition costs will generally increase but maintenance and support costs will decrease. The LCC is minimized when the incremental increase in acquisition costs due to reliability improvements equals the incremental savings in maintenance and support costs, and in consequential costs. At a certain point, an optimum product reliability which corresponds to the lowest life cycle cost is achieved.



IEC 644/96

Figure 2 – Rapport simplifié entre la fiabilité et les coûts du cycle de vie

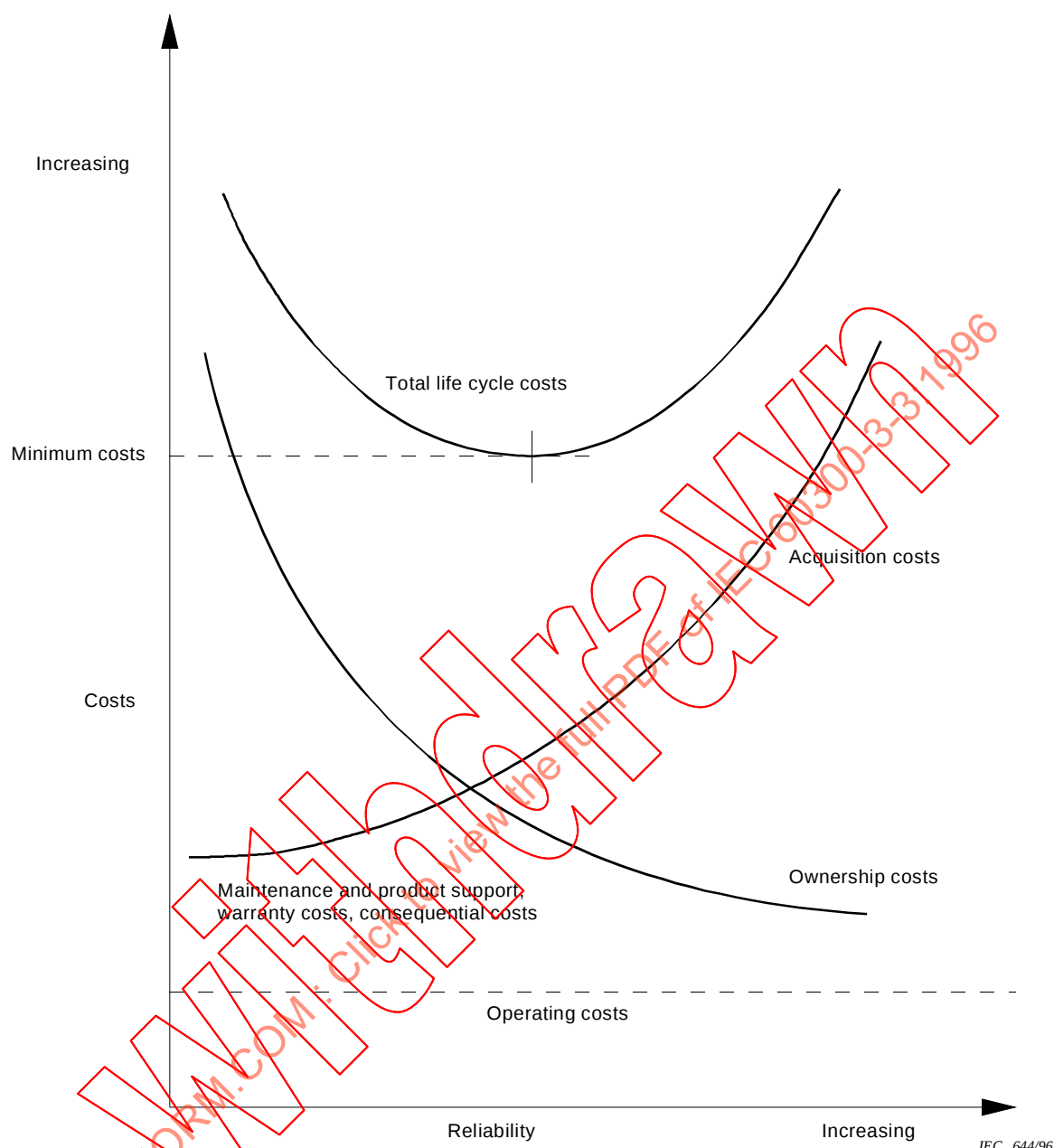


Figure 2 – Simplified relationship between reliability and life cycle costs

5.3 Coûts de garantie

Les garanties fournissent aux clients une protection qui les dispense d'assumer le coût de réparation des défaillances du produit, en particulier durant les premières phases d'exploitation du produit. Le coût des garanties est généralement supporté par les fournisseurs et dépend des caractéristiques de fiabilité, de maintenabilité et de soutien logistique de maintenance du produit. Les fournisseurs peuvent exercer un contrôle significatif sur ces caractéristiques au cours des phases de conception, de développement et de fabrication, influençant par là-même les coûts de garantie.

Les garanties s'appliquent en général sur une période de temps limitée et sont soumises à un certain nombre de conditions. Les garanties incluent rarement une protection contre les pertes de service encourues par le client (c'est-à-dire les coûts résultants) dues à l'indisponibilité du produit.

Les garanties peuvent éventuellement être complétées ou remplacées par des contrats de service selon lesquels le fournisseur réalise l'ensemble de la maintenance préventive et corrective pendant une période de temps déterminée, susceptible d'être prolongée en raison de considérations monétaires sur une période quelconque, voire toute la durée de vie du produit. Dans ce dernier cas, la charge des coûts du cycle de vie est supportée en majeure partie par le fournisseur qui, pour maximiser ses bénéfices, a intérêt à intégrer un niveau optimal de fiabilité et de maintenabilité à son produit, probablement en accroissant les coûts d'acquisition.

5.4 Coûts liés à la responsabilité civile

Le coût lié à la responsabilité civile résultant de la défaillance d'un produit et des préjudices occasionnés doit nécessairement être intégré dans le CCV. Cela est particulièrement important dans le cas de produits présentant un fort potentiel de risque pour les personnes et/ou l'environnement. Les coûts liés à la responsabilité civile sont également importants dans le cas de nouveaux produits pour lesquels les risques impliqués sont susceptibles de ne pas être entièrement apparents et/ou bien compris. Ces coûts sont généralement difficiles à quantifier. Une analyse du risque associée à l'expérience antérieure et à un jugement d'expert peut être utilisée, si nécessaire, pour fournir une estimation de ces coûts.

6 Modélisation du CCV

6.1 Généralités

Un modèle de CCV, comme tout modèle, est une représentation simplifiée de la réalité. Il synthétise les caractéristiques et les aspects saillants du produit et les traduit sous forme de coûts numériques. Pour être réaliste, il est recommandé que le modèle:

- a) représente les caractéristiques du produit analysé, y compris son utilisation et son environnement futurs, le concept de maintenance, les stratégies opérationnelles et de soutien logistique de maintenance, ainsi que toutes les contraintes et limitations;
- b) soit détaillé pour inclure et mettre en valeur tous les facteurs relatifs au CCV;
- c) soit assez simple pour être facilement compris et pour permettre une utilisation judicieuse dans le processus décisionnel, ainsi que la mise à jour et les modifications ultérieures;
- d) soit conçu de telle façon qu'il permette l'évaluation d'éléments spécifiques du CCV indépendamment d'autres éléments.

A la base, un modèle simple de CCV est une structure comptable comprenant des termes et/ou des facteurs permettant l'estimation du coût associé à chacun des éléments de coût constituant le CCV.

5.3 *Warranty costs*

Warranties provide protection to the customers, guarding them from the cost of correcting product failures, in particular during the early stages of product operations. The cost of warranties is usually borne by the suppliers, and depends on reliability, maintainability and maintenance support characteristics of the product. Suppliers can exercise significant control over these characteristics during design and development, and manufacturing phases thus influencing the warranty costs.

Warranties usually apply to a limited period of time and a number of conditions generally apply. Warranties rarely include protection against the service losses incurred by the customer (that is the consequential costs) due to product unavailability.

Warranties may be supplemented or replaced by service contracts whereby the supplier performs, in addition to any arrangements made by the customer, all preventive and corrective maintenance for a fixed period of time which can be extended for monetary considerations for any period up to the whole product lifetime. In the latter case, the burden for the major part of life cycle costs is placed on the supplier who, to maximize his profit, is motivated to build an optimum level of reliability and maintainability into his product, probably at higher acquisition costs.

5.4 *Liability costs*

Cost of liabilities due to product failure and their injurious effects need to be considered as part of the LCC. This is especially important in the case of products which have a high potential to cause human injury and/or environmental damage. Liability costs are also important for new products for which risks involved may not be fully apparent and/or well understood. These costs are generally difficult to quantify. Where required, a risk analysis, together with past experience and expert judgement, may be used to provide an estimate of these costs.

6 **LCC modelling**

6.1 *General*

An LCC model, like any other model, is a simplified representation of the real world. It abstracts the salient features and aspects of the product and translates them into cost figures. In order for the model to be realistic, it should:

- a) represent the characteristics of the product being analyzed, including its intended use environment, maintenance concept, operating and maintenance support scenarios, and any constraints or limitations;
- b) be comprehensive in order to include and highlight all factors that are relevant to LCC;
- c) be simple enough to be easily understood and allow for its timely use in decision making, and future update and modification;
- d) be designed in such a way as to allow for the evaluation of specific elements of LCC independent from other elements.

A simple LCC model is basically an accounting structure which contains terms and/or factors which allow for the estimation of cost associated with each of the cost elements constituting the LCC.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de développer un modèle spécifiquement adapté au problème étudié tandis que dans d'autres cas, les modèles disponibles au niveau commercial sont susceptibles d'être utilisés. Chaque modèle de CCV possède sa propre flexibilité et son application. Il est important d'en connaître le contenu et les conditions d'application pour assurer une utilisation adéquate. Avant de sélectionner un modèle, il est recommandé d'identifier la quantité d'informations nécessaire ainsi que les résultats que l'on espère obtenir grâce à l'utilisation du modèle. Il est nécessaire de recourir à une personne familiarisée avec les détails du modèle pour que celle-ci le passe en revue afin de déterminer l'applicabilité de tous les facteurs de coût, les relations empiriques, les éléments et autres constantes et variables du modèle (voir 6.3). Par conséquent, avant d'utiliser un modèle de CCV existant, il est recommandé de le valider correctement pour l'étude de l'estimation du coût du cycle de vie considérée. Pour ce faire, il est bon d'utiliser les facteurs de coût et les autres paramètres provenant d'un exemple connu ainsi que la stratégie opérationnelle pour estimer dans quelle mesure le modèle fournit des résultats réalistes.

De nombreux produits sont conçus pour avoir une durée de vie très longue, les immeubles par exemple. Pour de tels produits, un certain nombre de coûts seront occasionnés par intervalles durant la vie du produit et il est recommandé d'intégrer dans ce modèle les techniques mises au point pour y faire face.

6.2 Décomposition du CCV en éléments de coût

Afin d'estimer le coût total du cycle de vie, il est nécessaire de décomposer le CCV total en éléments de coût le constituant. Il est recommandé d'identifier ces éléments de coût individuellement de façon qu'ils puissent être clairement définis et estimés. Il est recommandé que l'identification des éléments et de leur domaine d'application correspondant soit fondée sur l'objectif et le domaine d'application de l'étude du CCV.

Une approche, souvent utilisée pour identifier les éléments de coût requis, implique la décomposition du produit en niveaux d'intervention inférieurs (structure de décomposition du travail, en catégories de coût et phases du cycle de vie. Cette approche est particulièrement bien illustrée par l'utilisation d'une matrice tri-dimensionnelle telle que celle présentée dans la figure 3. Cette matrice implique l'identification des aspects suivants du produit:

- décomposition du produit en niveaux d'intervention inférieurs (c'est-à-dire la structure de décomposition du travail du produit);
- la période du cycle de vie durant laquelle le travail ou l'activité sont réalisés (c'est-à-dire la phase du cycle de vie);
- la catégorie de coût des ressources applicables, telles que la main-d'oeuvre, les matériaux, le combustible/l'énergie, les frais de structure, le transport/les voyages, etc. (c'est-à-dire les catégories de coûts).

Ce type d'approche a l'avantage d'être systématique et méthodique, assurant ainsi un niveau de confiance élevé relativement à l'intégration de tous les éléments de coût.

L'annexe A identifie les activités caractéristiques pour lesquelles il est recommandé d'analyser les coûts.

Il est possible que les coûts associés aux éléments du CCV soient subdivisés en coûts récurrents et non récurrents de façon que la somme de tous les coûts récurrents et non récurrents soit égale au CCV. Les éléments du CCV sont également susceptibles d'être estimés en termes de coûts fixes et variables. Ces derniers coûts, par exemple, varieront en fonction du nombre d'exemplaires du produit à fabriquer et à mettre en oeuvre.

Pour faciliter le contrôle et la prise de décision, et pour soutenir le processus d'évaluation du coût du cycle de vie, il est recommandé de collecter et de présenter les informations relatives aux coûts de façon qu'elles présentent une cohérence avec la structure de décomposition du CCV. Il convient de mettre en place une base de données, et de la maintenir, afin de garder en mémoire les résultats d'études antérieures de CCV, en vue de s'en servir ultérieurement comme d'une source de retour d'expérience.

In some cases, a model may need to be specifically developed for the problem under study; while for some other cases, commercially available models may be used. Each LCC model has its own flexibility and application. Knowledge of the contents and the conditions under which they apply are important in order to assure adequacy of their use. Before selecting a model, the amount of information needed should be identified together with the results expected from using the model. Someone familiar with the details of the model is needed to review it so as to determine the applicability of all cost factors, empirical relationships, elements, and other constants and variables in the model (see 6.3). Therefore, before using any existing LCC model, it should be suitably validated for the life cycle costing study under consideration. To do this, the cost factors and other parameters from a known example, along with the operational scenario should be used to assess the extent to which the model provides realistic results.

Many products are designed to have very long life, for example buildings. For such products, a number of costs will occur at intervals during the life of the product and techniques to deal with these should be incorporated in the model.

6.2 LCC breakdown into cost elements

In order to estimate the total life cycle cost, it is necessary to breakdown the total LCC into its constituent cost elements. These cost elements should be individually identified so that they can be distinctly defined and estimated. The identification of the elements and their corresponding scope should be based on the purpose and scope of the LCC study.

One approach, often used to identify the required cost elements, involves the breakdown of the product to lower indenture levels (work breakdown structure), cost categories and life cycle phases. This approach can best be illustrated by the use of a three-dimensional matrix shown in figure 3. This matrix involves identification of the following aspects of the product:

- breakdown of the product to lower indenture levels (that is the product/work breakdown structure);
- the time in the life cycle when the work/activity is to be carried out (that is the life cycle phases);
- the cost category of applicable resources such as labour, materials, fuel/energy, overhead, transportation/travel, etc. (that is the cost categories).

This kind of approach has the advantage of being systematic and orderly, thus giving a high level of confidence that all cost elements have been included.

Annex A identifies typical activities the costs of which should be addressed.

Costs associated with LCC elements may be further allocated between recurring and non-recurring costs so that the sum of all recurring and non-recurring costs equals LCC. LCC elements may also be estimated in terms of fixed and variable costs. The latter costs, for example, will vary with the number of copies of the product to be produced and put into use.

To facilitate control and decision making, and to support the life cycle cost process, the costs information should be collected and reported to be consistent with the defined LCC breakdown structure. A data base should be established and maintained to capture results of previous LCC studies, in order to serve as a source of experience feedback.

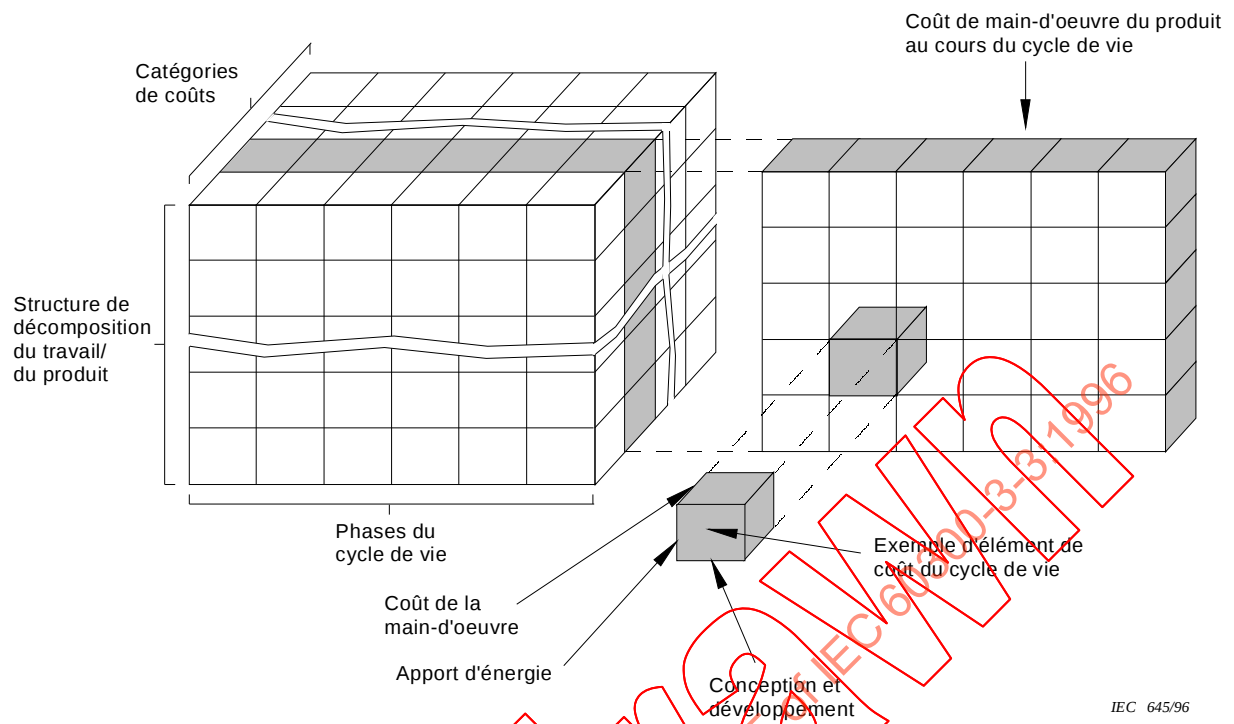


Figure 3 – Notion d'élément de coût

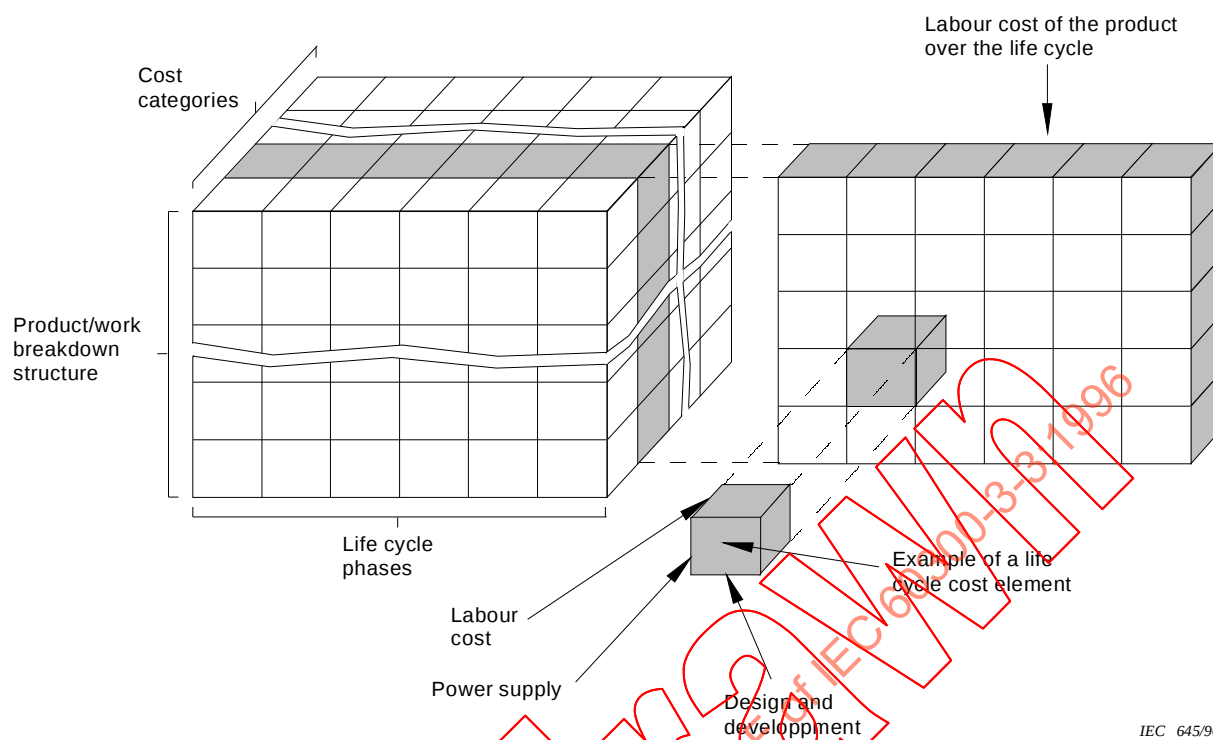


Figure 3 – Cost element concept

6.3 Méthodes d'estimation des éléments de coût

Les relations d'estimation de coûts (REC) sont utilisées pour estimer le coût associé aux éléments individuels de la structure de décomposition du CCV. Les REC sont basées sur des modèles analytiques ou déterminées selon des méthodes empiriques. Elles comprennent des variables décrivant la consommation des ressources ainsi que des paramètres reflétant les prix, les facteurs de conversion ou les relations empiriques associant diverses catégories de coûts aux activités/tâches génératrices des coûts. Ces relations peuvent prendre la forme de simples moyennes et pourcentages ou d'équations complexes, résultat d'analyses de régression statistique, reliant le coût (la variable dépendante) aux particularités physiques du produit et à des caractéristiques telles que la performance, la fiabilité, la maintenabilité, etc.

En général, trois méthodes de base sont couramment utilisées pour estimer le coût ou développer les REC. Il s'agit de

- la méthode de coût d'ingénierie;
- la méthode de coût par analogie;
- la méthode de coût paramétrique.

6.3.1 La méthode de coût d'ingénierie

Cette méthode implique l'estimation directe d'un élément de coût particulier grâce à l'examen du produit composant par composant ou pièce par pièce. Elle utilise, pour développer les REC, des facteurs de coût établis de façon standard, par exemple, des estimations relatives à l'ingénierie et à la fabrication. Il est recommandé de mettre à jour toutes les estimations antérieures disponibles en utilisant les facteurs annuels d'actualisation et d'augmentation (voir 6.4).

6.3.2 La méthode de coût par analogie

Cette méthode implique une estimation de coût fondée sur l'expérience acquise dans le passé avec un produit et une technologie similaires. Elle utilise des données historiques, mises à jour afin de tenir compte de la croissance des coûts et de l'influence de l'évolution technologique.

6.3.3 La méthode de coût paramétrique

Cette méthode utilise des paramètres et des variables significatifs pour développer les REC, généralement sous la forme d'équations. Un paramètre, dans les REC, représente un facteur de conversion d'un système d'unités à un autre. Il peut s'agir d'un prix ou d'un ratio obtenu de façon empirique. Un prix tel que le coût horaire de la main-d'oeuvre, par exemple, convertit les heures de main-d'oeuvre en coûts. Le nombre d'heures de maintenance en cas de défaillance d'un composant donné, qui peut être obtenu sous forme de moyenne statistique, est un exemple de ratio empirique.

Une variable de la REC relative aux méthodes de coût paramétriques caractérise généralement la consommation de ressources dans le temps, ce qui induit le coût. Il peut s'agir d'une mesure physique ou d'une mesure de performance telle que le taux de défaillance, le nombre d'heures de main-d'oeuvre dans le cadre de la maintenance préventive par entité ou par composant.

L'équation de la REC reflète l'estimation des analystes concernant la génération des coûts. Souvent, lorsque une relation théorique ou analytique ne peut pas être développée, il est possible d'utiliser une relation établie statistiquement, par le biais d'une analyse de régression par exemple.

6.3 *Methods for estimating cost elements*

Cost estimating relationships (CERs) are used to estimate the cost related to individual elements of LCC breakdown structure. CERs are either based on analytical models or "rules of thumb". They contain variables describing resource consumption, and parameters reflecting prices, conversion factors, or empirical relationships relating various categories of cost to cost generating activities/tasks. These relationships range from simple averages and percentages to complex equations, resulting from statistical regression analysis, which relate cost (the dependent variable) to the product's physical features, and such characteristics as performance, reliability, maintainability, etc.

In general, there are three basic methods that are commonly used to estimate cost or to develop CER. They are:

- engineering cost method;
- analogous cost method;
- parametric cost method.

6.3.1 *Engineering cost method*

This method involves the direct estimation of a particular cost element by examining the product component-by-component or part-by-part. It uses standard established cost factors, for example firm engineering and manufacturing estimates to develop the CERs. Any old estimates available should be updated to the present time by the use of annual discounting and escalation factors (see 6.4).

6.3.2 *Analogous cost method*

This method involves cost estimation based on experience with a similar product and technology in the past. It utilizes historical data from a dependability information system, updated to reflect cost escalation and effect of technology advances.

6.3.3 *Parametric cost method*

This method uses significant parameters and variables to develop CERs which are usually in the form of equations. A parameter in CERs reflects a conversion factor from one system of units to another. It may be a price or an empirically derived ratio. A price like cost per man-hour, for example, converts person hours into costs. An example of an empirical ratio is the number of maintenance person hours per failure of a given component, which may be obtained as a statistical average.

A variable in the CER of parametric cost methods generally characterizes resource consumption over time and generates cost. It may be a physical or performance measure, such as failure rate, preventive maintenance person-hours per unit of item or component.

The CER equation reflects analysts' assessment of how costs are generated. Often when a detailed theoretical or analytical relationship cannot be developed, a statistically derived relationship, for example via regression analysis, may be used.

6.4 Influence de l'actualisation, de l'inflation et de l'imposition

6.4.1 Généralités

Plusieurs facteurs compliquent le processus d'analyse du coût de cycle de vie. La valeur réelle de l'argent, par exemple, change en permanence, et il peut être nécessaire de prendre en compte des facteurs tels que les coûts d'opportunité, l'inflation, et les impôts.

Les paragraphes 6.4.2 à 6.4.5 présentent certains de ces effets et indiquent rapidement les méthodes qui peuvent être utilisées afin de les prendre en compte.

6.4.2 Actualisation

La valeur de l'argent n'est pas constante. Par exemple un dollar aujourd'hui vaut plus qu'un dollar dans dix ans. De même une dépense d'un dollar dans dix ans est inférieure à la valeur actuelle du dollar. L'actualisation est un procédé qui prend en compte les variations de valeur de l'argent. Puisque l'analyse du CCV considère des coûts qui seront dépensés à un instant donné dans le futur, il est nécessaire d'actualiser tous les revenus et toutes les dépenses à un moment spécifique de décision. Ce moment peut être soit présent soit futur. Ce procédé permet des comparaisons directes des coûts de cycles de vie selon différentes hypothèses.

La méthode la plus courante d'actualisation suppose le calcul de la valeur actualisée nette (NPV).

$$NPV = \sum_{n=0}^T C_n (1+X)^{-n}$$

où

NPV est la valeur actualisée nette de la marge brute d'autofinancement future;

C_n est la marge brute d'autofinancement nominale dans l'année n ;

n est une année spécifique de la période d'évaluation du CCV;

X est le taux d'actualisation;

T est la durée de la période de temps prise en compte, en années.

6.4.3 Indexation

L'indexation prend en compte les variations de prix dans le temps. La formule ordinaire pour déterminer le facteur d'indexation (EF), dans l'année n , en supposant que le taux d'indexation dans l'année i est E_i , est:

$$EF = (1+E_1) \times (1+E_2) \times (1+E_3) \dots (1+E_n)$$

Des tables normalisées des facteurs d'actualisation et d'indexation sont disponibles dans la plupart des textes de référence pour les ingénieurs et les économistes, afin de faciliter les calculs.

6.4.4 Coûts d'opportunité

Afin d'améliorer un produit, il est souvent nécessaire de fournir des ressources supplémentaires dès le début du cycle de vie. Ainsi pour améliorer la sûreté de fonctionnement et réaliser les bénéfices qui en résultent, il peut être nécessaire de fournir des ressources supplémentaires, tels que des prototypes ou des moyens d'essais, dans les étapes initiales du cycle de vie du projet. Toutefois, il est important de comprendre que ces ressources représentent des fonds qui pourraient, tout au moins en théorie, avoir été investis pour obtenir un bénéfice sur le capital. L'opportunité de ces bénéfices est compromise par l'investissement fait pour améliorer la sûreté de fonctionnement. Ce bénéfice perdu est connu sous le nom de coût d'opportunité. Il convient que l'analyse du CCV prenne en compte la perte du coût d'opportunité en étudiant les bénéfices d'une amélioration de la sûreté de fonctionnement.

6.4 Impact of discounting, inflation and taxation

6.4.1 General

Several factors complicate the process of LCC analysis; for example, the real value of money changes constantly and factors such as opportunity costs, inflation and taxation may need to be taken into account.

6.4.2 to 6.4.5 introduce some of these effects and briefly indicate the methods that may be used to take account of them.

6.4.2 Discounting

The value of money is not constant. For example, a dollar today is worth more than a dollar in ten years time. Similarly, the present value of a dollar that will be spent ten years from now is less than the value of today's dollar. Discounting is a process for taking account of the changing value of money. Since LCC analysis considers costs that will be incurred some time in the future, it is necessary to discount all revenues and expenditures to a specific decision point. This point may be either in the present or in the future. This process allows direct comparison of the life cycle costs of various alternatives.

The most common method of discounting involves calculation of net present value (NPV).

$$NPV = \sum_{n=0}^T C_n (1+X)^{-n}$$

where

- NPV is the net present value of future cash flows;
- C_n is the nominal cash flow in nth year,
- n is the specific year in the life cycle costing period;
- X is the discount rate;
- T is the length of time period under consideration, in years.

6.4.3 Escalating

Escalating takes account of the change in price levels over time. The common formula for determining the escalation factor (EF) in year n considering the escalation rate in i 'th year to be E_i is:

$$EF = (1+E_1) \times (1+E_2) \times (1+E_3) \dots (1+E_n)$$

Standard tables of discounting and escalation factors are available in most engineering and economic textbooks to facilitate the calculations.

6.4.4 Opportunity costs

In order to improve a product, it is often necessary to provide additional resources early in the life cycle. Thus, to achieve improved dependability and its consequent benefits, it may be necessary to provide extra resources, such as prototypes and test facilities, in the early stages of the project life cycle. However, it is important to realise that these resources represent funds that could, at least in theory, have been invested to earn a return on capital. The "opportunity" to earn this return is lost by the investment made to improve dependability. The lost return is known as an opportunity cost. The LCC analysis should take account of the lost opportunity cost when considering the benefits of improved dependability.

6.4.5 Inflation

L'inflation étant difficile à prévoir avec justesse, il est courant de préparer les analyses du CCV sur la base de «prix constants». Toutefois, il est parfois possible de prévoir ou de convenir d'un taux d'inflation qui sera inclus dans l'analyse du CCV, par exemple dans le cas d'un cycle de vie court.

Il est important de s'assurer que tous les éléments de coût principaux et dérivés affectés par l'inflation sont entièrement pris en compte, et qu'ils sont pris en compte une fois seulement afin d'éviter un «double comptage».

6.4.6 Imposition

Les impôts et les subventions peuvent avoir un effet sur les prix relatifs. Il est possible que les prix du marché qui les intègrent ne reflètent pas les coûts ou les bénéfices d'opportunité, pour diverses raisons.

Dans le cadre de l'analyse du CCV, l'ajustement des prix du marché en fonction de l'imposition ne s'applique que si l'ajustement est susceptible de faire apparaître une différence concrète. Le jugement se fait au cas par cas, mais il est important de régler toutes les différences entre les options, au niveau de l'imposition résultant des différentes dispositions contractuelles, telles que l'offre au sein de l'entreprise par rapport à l'achat, ou le crédit-bail par rapport à l'achat.

7 Processus d'évaluation du coût du cycle de vie

7.1 Généralités

L'analyse du coût du cycle de vie (CCV) est le processus d'identification et d'évaluation des coûts associés à l'acquisition et à la propriété d'un produit durant son cycle de vie. Pour produire des résultats utilement et correctement exploitables, il est recommandé de conduire l'analyse du CCV de façon structurée et bien documentée en suivant les étapes ci-après:

- a) plan d'analyse du CCV (comprenant une définition des problèmes et un objectif d'analyse);
- b) développement du modèle du CCV;
- c) analyse du modèle du CCV;
- d) documentation d'analyse du CCV;
- e) examen des résultats du CCV;
- f) mise à jour de l'analyse du CCV.

Il n'est pas exclu que les étapes ci-dessus soient réalisées de façon itérative si des résultats obtenus pendant l'une des étapes indiquent une nécessité de reconsidérer et de modifier le travail accompli lors d'étapes précédentes. Il est conseillé de documenter rigoureusement les hypothèses avancées à chaque étape afin de faciliter ces itérations et de contribuer à l'interprétation des résultats de l'analyse.

L'analyse du CCV est une activité pluridisciplinaire. Il est recommandé que les analystes soient familiarisés avec les principes de base du CCV (incluant les éléments de coût caractéristiques, les sources des données de coût et des principes financiers) et comprennent clairement les méthodes d'estimation des incertitudes liées à l'estimation du coût. En fonction du domaine d'application de l'analyse, il sera important d'obtenir des données concernant les coûts auprès d'individus familiarisés avec toutes les phases du cycle de vie du produit. Il est possible d'inclure des représentants du ou des fournisseurs et clients.

6.4.5 Inflation

Due to the difficulties of accurately predicting inflation, it is usual for LCC analysis to be prepared at “constant prices”. Sometimes, however, for example in the case of a short life cycle, it may be possible to predict or agree a rate of inflation to be included in the LCC analysis.

It is important to ensure that all cost elements and their dependencies that are affected by inflation are fully addressed, and that they are addressed only once in order to avoid “double counting”.

6.4.6 Taxation

Taxes and subsidies can affect relative prices. Market prices which include them may not reflect opportunity costs or benefits, for this and other reasons.

The adjustment of market prices for taxation in LCC analysis is appropriate only where the adjustment may make a material difference. This is a matter for case by case judgement, but it is important to adjust for any differences between options in the incidence of tax arising from different contractual arrangements, such as in-house supply versus buying-in, or lease versus purchase.

7 Life cycle costing process

7.1 General

Life cycle cost (LCC) analysis is the process of identifying and evaluating the costs associated with acquisition and ownership of a product during its life cycle. In order to produce results which can be usefully and correctly employed, any LCC analysis should be conducted in a structured and well-documented manner using the following steps:

- a) LCC analysis plan (including problem definition and analysis objective);
- b) LCC model development;
- c) LCC model analysis;
- d) LCC analysis documentation;
- e) review of LCC results;
- f) LCC analysis update.

The above steps may be carried out in an iterative fashion if efforts at any stage indicate a need to revisit and modify work accomplished at earlier stages. Assumptions made at each step should be rigorously documented to facilitate such iterations and to aid in interpretation of the results of the analysis.

LCC analysis is a multidisciplinary activity. The analysts should be familiar with the philosophy which underlies LCC (including typical cost elements, sources of cost data and financial principles), and should have a clear understanding of the methods of assessing the uncertainties associated with cost estimation. Depending upon the scope of the analysis, it will be important to obtain cost inputs from individuals who are familiar with all phases of the product life cycle. This may include representatives of both the supplier(s) and the customer(s).

7.2 Plan d'analyse du CCV

Il est recommandé de commencer l'analyse du CCV par le développement d'un plan définissant l'objectif et le domaine d'application de l'analyse. Il convient que le plan comprenne les éléments suivants:

a) définir les objectifs de l'analyse en termes de résultats à fournir dans le cadre de l'analyse et des décisions qui devront être prises sur la base de ces résultats. Les objectifs caractéristiques sont les suivants:

- 1) détermination du CCV d'un produit, afin de fournir un support à la planification, l'engagement par contrat, la budgétisation ou des besoins similaires;
- 2) évaluation de l'influence de différentes lignes d'action (telles que les approches conceptuelles, l'acquisition de produit, les politiques de soutien logistique ou les choix technologiques) sur le CCV d'un produit; ou
- 3) identification des éléments de coût qui jouent le rôle de moteurs de coût pour le CCV d'un produit, afin de concentrer les efforts de conception, de développement, d'acquisition ou de soutien logistique;

b) délimiter le domaine d'application de l'analyse en fonction du ou des produits étudiés, de la période de temps considérée (phases du cycle de vie), de l'environnement d'utilisation, des stratégies d'exploitation et de maintenance à employer;

c) identifier les conditions, les hypothèses, les limites et les contraintes sous-jacentes (telles que les prescriptions minimales de performance ou de disponibilité du produit, ou les limitations maximales de coût d'investissement) susceptibles de limiter l'éventail d'options acceptables à évaluer;

d) identifier les différentes lignes d'actions à évaluer (si cet élément fait partie de l'objectif de l'analyse). La liste des solutions proposées est susceptible d'être affinée si de nouvelles options sont identifiées, ou si des options existantes se révèlent aller à l'encontre des contraintes du problème;

e) fournir une estimation des ressources nécessaires ainsi qu'un calendrier de rapport d'analyse, afin d'assurer la disponibilité des résultats d'analyse du CCV pour soutenir les processus décisionnels pour lesquels ils sont requis.

Il est recommandé de documenter le plan d'analyse au début du processus d'analyse du CCV afin de fournir une référence précise pour le reste du travail. Il est conseillé de faire examiner le plan par les futurs utilisateurs des résultats de l'analyse, tant du point de vue du client que de celui du fournisseur, afin d'assurer que leurs besoins respectifs ont été correctement interprétés et clairement abordés.

7.3 Développement du modèle de CCV

Il est conseillé de développer un modèle de CCV suffisamment détaillé pour répondre aux objectifs de l'analyse, suivant la procédure ci-après:

a) créer ou adopter une structure de décomposition des coûts identifiant toutes les catégories de coûts appropriées au sein de toutes les phases appropriées du cycle de vie qui vont générer des coûts. Il est recommandé de décomposer les catégories de coûts en éléments plus réduits (activités, sous-activités, etc.) jusqu'à obtenir un niveau requis dans la structure de décomposition pour lequel un coût peut être rapidement estimé pour chaque élément de coût individuel. Une structure de décomposition de coût déjà existante, quand elle est disponible, est susceptible de fournir un point de départ utile pour le développement de la structure de décomposition du CCV (voir 6.2);

b) identifier les éléments de coût qui n'auront pas d'influence significative sur le CCV global du ou des produits à l'étude: il est permis de supprimer ces éléments dans la suite de l'étude. De même, pour des études comparatives de lignes d'actions différentes, identifier les éléments de coût qui ne varieront pas dans chacun des cas; il est permis de supprimer ces éléments car ils influencent toutes les options de façon similaire;

c) sélectionner une méthode (ou des méthodes) d'estimation du coût associé à chaque élément de coût devant être incluse dans le modèle (voir 6.3);

7.2 LCC analysis plan

The LCC analysis should begin with development of a plan which addresses the purpose and scope of the analysis. The plan should address the following elements:

a) define the analysis objectives in terms of the outputs that should be provided by the analysis, and the decisions which outputs will be used to support. Typical objectives are:

- 1) determination of the LCC for a product, in order to support planning, contracting, budgeting or similar needs;
- 2) evaluation of the impact of alternative courses of action (such as design approaches, product acquisition or support policies or alternative technologies) on the LCC of a product; or
- 3) identification of cost elements which act as cost drivers for the LCC of a product, in order to focus design, development, acquisition or product support efforts.

b) delineate the scope of the analysis in terms of the product(s) being studied, the time period (life cycle phases) to be considered, the use environment, the operating and maintenance support scenario to be employed;

c) identify any underlying conditions, assumptions, limitations and constraints (such as minimum product performance or availability requirements, or maximum capital cost limitations) which might restrict the range of acceptable options to be evaluated;

d) identify alternative courses of action to be evaluated (if this forms part of the analysis objective). The list of proposed alternatives may be refined as new options are identified, or as existing options are found to violate the problem constraints;

e) provide an estimate of resources required, and a reporting schedule for the analysis, to ensure that LCC analysis results will be available to support the decision-making processes for which they are required.

The analysis plan should be documented at the beginning of the LCC analysis process to provide a focus for the rest of the work. The plan should be reviewed by the intended users of the analysis results, both from a customer and a supplier perspective, to ensure that their needs have been correctly interpreted and clearly addressed.

7.3 LCC model development

An LCC model, of sufficient detail to meet the objectives of the analysis, should be developed in accordance with the following procedure:

a) create or adopt a cost breakdown structure (CBS) that identifies all relevant cost categories in all appropriate life cycle phases which will generate costs. Cost categories should be broken down into smaller components (activities, subactivities, etc.) until a required level is reached in the CBS where a cost can be readily estimated for each individual cost element. Where available, an existing cost breakdown structure may provide a useful starting point for development of the LCC breakdown structure (see 6.2);

b) identify cost elements which will not have a significant impact on the overall LCC of the product(s) under consideration: these elements may be eliminated from further consideration. Similarly, for comparative studies of alternative courses of action, identify cost elements which will not vary between alternatives; these elements may be eliminated as they effect all options similarly;

c) select a method (or methods) for estimating the cost associated with each cost element to be included in the model (see 6.3);

- d) déterminer les données requises pour développer ces estimations et identifier les sources possibles de ces données;
- e) identifier toutes les incertitudes susceptibles d'être associées à l'estimation de chaque élément de coût;
- f) intégrer les éléments de coût individuels dans un modèle de CCV unique qui fournira les données du CCV requises pour répondre aux objectifs de l'analyse, telles que la totalité des chiffres du CCV au niveau du système (et à des niveaux inférieurs, si nécessaire) et/ou une répartition des chiffres du CCV dans le temps. Il est recommandé de prendre en compte dans le modèle l'équivalence temps/argent;
- g) passer en revue le modèle de CCV pour s'assurer qu'il est adapté pour traiter les objectifs de l'analyse. Vérifier que tous les éléments de coût sont inclus, que les éléments sont correctement regroupés en totaux de niveau supérieur, et que l'équivalence temps/argent est fidèlement reflétée.

Il est recommandé de documenter le modèle de CCV incluant toutes les hypothèses afin de guider et fournir un support aux phases consécutives du processus analytique.

7.4 Analyse du modèle de CCV

Il convient d'inclure les étapes suivantes dans l'analyse du CCV. Ces étapes englobent la génération et l'analyse des résultats du modèle de CCV:

- a) obtention de données et développement d'estimations de coût pour tous les éléments de coût de base du modèle de CCV;
- b) validation du modèle de CCV grâce à l'utilisation des données historiques disponibles, si possible;
- c) obtention des résultats du modèle de CCV à partir de chaque combinaison appropriée des stratégies d'exploitation et de soutien définies dans le plan d'analyse;
- d) identification des moteurs de coût grâce à l'examen des données intégrées dans le modèle et des résultats obtenus afin de déterminer les éléments de coût dont l'influence est la plus significative sur le CCV du ou des produits;
- e) quantification des différences (au niveau des contraintes de performance, de disponibilité et autres) entre les solutions étudiées à moins que ces différences ne soient directement reflétées au travers des résultats du modèle de CCV (par exemple au travers de l'évaluation du coût d'indisponibilité);
- f) classification et résumé des résultats du modèle de CCV en fonction des groupements logiques (par exemple les coûts fixes ou variables, les coûts récurrents ou non récurrents, les coûts d'acquisition ou de propriété, les coûts directs ou indirects) qui peuvent servir aux utilisateurs des résultats de l'analyse;
- g) conduite d'analyses de sensibilité afin d'étudier l'influence des incertitudes relatives aux hypothèses et aux éléments de coût sur les résultats du modèle de CCV. Il est recommandé de porter une attention particulière aux moteurs de coût, aux hypothèses liées à l'usage du produit et à l'équivalence temps/argent;
- h) examen des résultats du CCV par rapport aux objectifs définis dans le plan d'analyse, afin de s'assurer que tous les buts ont été atteints et qu'un nombre suffisant d'informations a été fourni comme support de la décision requise. Si les objectifs n'ont pas été atteints, des évaluations et/ou des modifications supplémentaires concernant le modèle de CCV peuvent éventuellement être requises.

Il est recommandé de documenter l'analyse du CCV (y compris toutes les hypothèses) afin de garantir que les résultats sont vérifiables et aisément reproductibles par un autre évaluateur, si nécessaire.

- d) determine the data required to develop these estimates, and identify possible sources for the data;
- e) identify any uncertainties which are likely to be associated with the estimation of each cost element;
- f) integrate the individual cost elements into a unified LCC model which will provide the LCC outputs required to meet the analysis objectives, such as total LCC figures at the system level (and at lower levels, if required) and/or LCC figures over time. The model should take into account the time value of money;
- g) review the LCC model to ensure that it is adequate to address the objectives of the analysis. Ensure that all cost elements have been included, that the elements are correctly rolled-up into higher-level totals, and that the time value of money is accurately reflected.

The LCC model including all assumptions should be documented to guide and support the subsequent phases of the analysis process.

7.4 LCC model analysis

The LCC analysis which involves the generation and analysis of LCC model results should include the following steps:

- a) obtain data and develop cost estimates for all of the basic cost elements in the LCC model;
- b) validate the LCC model with available historical data, if possible;
- c) obtain the LCC model results from each relevant combination of operating and support scenarios defined in the analysis plan;
- d) identify cost drivers by examining LCC model inputs and outputs to determine the cost elements which have the most significant impact on the LCC of the product(s);
- e) quantify any differences (in performance, availability or other relevant constraints) between any alternatives being studied, unless these differences are directly reflected in the LCC model outputs (for example, through the evaluation of the cost of unavailability);
- f) categorize and summarize LCC model outputs according to any logical groupings (for example, fixed or variable costs, recurring or non-recurring costs, acquisition or ownership costs, direct or indirect costs) which may be relevant to users of the analysis results;
- g) conduct sensitivity analyses to examine the impact of assumptions and cost element uncertainties on LCC model results. Particular attention should be focused on cost drivers, assumptions related to product usage, and assumption related to the time value of money;
- h) review LCC outputs against the objectives defined in the analysis plan to ensure that all goals have been fulfilled, and that sufficient information has been provided to support the required decision. If the objectives have not been met, additional evaluations and/or modifications to the LCC model may be required.

The LCC analysis (including all assumptions) should be documented to ensure that the results could be verified and readily replicated by another evaluator, if necessary.

7.5 Documentation d'analyse du CCV

Il est recommandé de documenter les résultats de l'analyse du CCV dans un rapport permettant aux utilisateurs de comprendre clairement les conséquences et les implications de l'analyse du CCV, y compris les limitations et les incertitudes liées aux résultats. Il convient d'inclure dans le rapport les éléments suivants:

- a) *résumé exécutif* – bref synopsis des objectifs, résultats, conclusions et recommandations de l'analyse. Ce résumé est destiné à fournir un aperçu de l'analyse aux décideurs, utilisateurs et autres parties intéressées;
- b) *objectif et domaine d'application* – exposé de l'objectif de l'analyse, description du produit comprenant une définition de l'environnement d'utilisation prévu, des stratégies d'exploitation et de soutien, des hypothèses, contraintes et différentes lignes d'action considérées dans l'analyse, comme les décrit 7.2. (Etant donné que ces informations sont incluses dans le plan d'analyse du CCV: il est admis que ce plan figure dans la documentation à titre de référence.);
- c) *description du modèle de CCV* – résumé du modèle de CCV comprenant des hypothèses appropriées, une représentation de la structure de décomposition du CCV, une explication des éléments de coût et de la manière dont ils ont été estimés, ainsi qu'une description de la façon dont ces coûts ont été intégrés (y compris les méthodes permettant de tenir compte de l'équivalence temps/argent), comme le décrit 7.3;
- d) *analyse du modèle de CCV* – présentation des résultats du modèle de CCV comprenant l'identification des moteurs de coût, les résultats des analyses de sensibilité et le résultat de toute autre activité d'analyse en relation, comme le décrit 7.4;
- e) *discussion* – discussion approfondie et interprétation des résultats d'analyse comprenant toutes les incertitudes associées aux résultats et tout autre sujet pouvant aider les décideurs et/ou les utilisateurs à comprendre et à exploiter les résultats;
- f) *conclusions et recommandations* – présentation des conclusions liées aux objectifs de l'analyse et liste de recommandations concernant les décisions devant se fonder sur les résultats de l'analyse, ainsi qu'une identification des besoins éventuels relatifs à la poursuite du travail ou de la révision d'analyse.

7.6 Examen des résultats du CCV

Il est possible qu'un examen formel du processus analytique soit nécessaire pour confirmer l'exactitude et l'intégrité des résultats, des conclusions et des recommandations présentés dans le rapport. Si une telle nécessité existe, il est alors recommandé de confier l'examen à une personne autre que les analystes d'origine, afin de garantir l'objectivité. Il convient de traiter les éléments suivants:

- a) examen des objectifs et du domaine d'application de l'analyse pour s'assurer qu'ils ont été correctement exposés et interprétés;
- b) examen du modèle (y compris les définitions des éléments de coût et des hypothèses) pour s'assurer qu'il est adapté à l'objectif de l'analyse;
- c) examen de l'évaluation du modèle pour s'assurer que les données intégrées ont été établies avec exactitude, que le modèle a été utilisé correctement, que les résultats (y compris ceux de l'analyse de sensibilité) ont été évalués et discutés de façon appropriée, et que les objectifs de l'analyse ont été atteints;
- d) examen de toutes les hypothèses émises au cours du processus analytique afin de s'assurer qu'elles sont raisonnables et qu'elles ont été documentées de manière appropriée.

7.5 LCC analysis documentation

The results of the LCC analysis should be documented in a report which allows users to clearly understand both the outcomes and the implications of the LCC analysis, including the limitations and uncertainties associated with the results. The report should contain the following:

- a) *executive summary* – a brief synopsis of the objectives, results, conclusions and recommendations of the analysis. This summary is intended to provide an overview of the analysis to the decision makers, users and other interested parties;
- b) *purpose and scope* – a statement of the analysis objective, product description, including a definition of intended product use environment, operating and support scenarios; assumptions, constraints, and alternative courses of action considered in the analysis, as discussed in 7.2. (Since this information is included in the LCC analysis plan, this plan may be included in the documentation as reference);
- c) *LCC model description* – a summary of the LCC model, including relevant assumptions, a depiction of the LCC breakdown structure, an explanation of the cost elements and the way in which they were estimated, and a description of the way in which cost elements were integrated (including methods of accounting for the time value of money), as discussed in 7.3;
- d) *LCC model analysis* – a presentation of the LCC model results, including the identification of cost drivers, the results of sensitivity analyses, and the output from any other related analysis activities, as discussed in 7.4;
- e) *discussion* – a thorough discussion on and interpretation of the analysis results, including any uncertainties associated with the results, and of any other issues which will assist the decision makers and/or users in understanding and using the results;
- f) *conclusions and recommendations* – a presentation of conclusions related to the objectives of the analysis, and a list of recommendations regarding the decisions which are to be based on the analysis results, as well as an identification of any need for further work or revision of the analysis.

7.6 Review of LCC results

A formal review of the analysis process may be required to confirm the correctness and integrity of the results, conclusions and recommendations presented in the report. If such a requirement exists, then the review should be conducted by someone other than the original analysts, to ensure objectivity. The following elements should be addressed:

- a) review of the objectives and scope of the analysis to ensure that they have been appropriately stated and interpreted;
- b) review of the model (including cost element definitions and assumptions) to ensure that it is adequate for the purpose of the analysis;
- c) review of the model evaluation to ensure that the inputs have been accurately established, that the model has been used correctly, that the results (including those of sensitivity analysis) have been adequately evaluated and discussed, and that the objectives of the analysis have been achieved;
- d) review of all assumptions made during the analysis process to ensure that they are reasonable, and that they have been adequately documented.

7.7 Mise à jour de l'analyse

Il est utile, dans le cadre de nombreuses études d'évaluation du coût du cycle de vie, de mettre à jour le modèle de CCV de façon qu'il puisse être appliqué tout au long du cycle de vie du produit. Par exemple, il peut être souhaitable de mettre à jour les résultats d'analyse du CCV (initialement fondés sur des données préliminaires ou estimées) sur la base de données plus détaillées apparaissant plus tard dans le cycle de vie du produit. Il est possible que l'entretien et la mise à jour du modèle de CCV implique des modifications dans la structure de décomposition du CCV, des changements dans les méthodes d'estimation de coût tandis qu'apparaissent des sources d'informations supplémentaires et des changements dans les hypothèses représentées dans le modèle.

Il est recommandé de documenter et d'examiner l'analyse de mise à jour du CCV de la même façon que l'analyse initiale.

8 Incertitude et risques

Le CCV est fondamentalement une mesure quantitative qui reflète une estimation du coût d'acquisition et du coût de propriété d'un produit sur l'ensemble du cycle de vie. Comme on le souligne tout au long de la présente norme, la confiance dans les résultats de l'évaluation du coût du cycle de vie dépend de la disponibilité et de l'utilisation des informations correspondantes, des hypothèses sur le produit et sa vie faites lors de l'établissement du modèle de CCV, et des données utilisées dans l'analyse.

Certains facteurs, tels que le manque d'informations au début du projet, l'introduction d'une nouvelle technologie ou d'un nouveau produit, l'application d'estimations optimistes (pour justifier le projet), de calendriers non réalisables, de longs projets de recherche et de développement au résultat imprévisible, un optimisme/pessimisme non justifié, etc., tous ces points sont des facteurs d'incertitude et de risque. Des éléments tels que les taux d'inflation, les frais généraux, les coûts de main-d'œuvre et de matériaux qu'il faut prévoir à long terme peuvent également être la cause d'une part importante d'incertitude quant aux résultats de l'analyse du CCV. En conséquence il est possible de tirer des conclusions erronées et de prendre de mauvaises décisions du fait de l'utilisation de données incorrectes, d'un modèle incorrect ou de l'omission de certains points ayant une influence significative sur les coûts.

Les incertitudes et le risque sont renforcés par le fait que de nombreux facteurs importants, en rapport avec une décision, ne sont pas quantifiables en termes de coûts. Il convient d'utiliser des jugements de valeur basés sur l'expérience pour prendre en compte de tels facteurs. Ces jugements de valeur sont généralement qualitatifs. En pratique la prise de décision basée sur le coût du cycle de vie d'un produit suppose une combinaison de considérations quantitatives et qualitatives. Les résultats quantitatifs procurent une base de référence alors que les évaluations qualitatives viennent en appui supplémentaire aux recommandations et aux décisions.

Afin de réduire les risques lors de l'évaluation quantitative, il est recommandé de réaliser des analyses de sensibilité en utilisant une série de valeurs potentielles prise en considération principalement pour les paramètres de moteurs de coût et d'autres variables importantes. Il est conseillé d'estimer en détail les résultats de ces études de sensibilité et de préciser la marge possible de variation des résultats de l'analyse du coût de cycle de vie. Il est recommandé d'adapter le degré de vérification de l'analyse en fonction de l'importance et de la valeur de la décision ainsi que de l'impact de l'analyse. Par exemple, pour fournir un support aux décisions très importantes au niveau des coûts, il peut être nécessaire de faire vérifier l'analyse du coût de cycle de vie par des personnes indépendantes et expérimentées.

Il est important que les risques spécifiques impliqués ainsi que la marge possible de variation des résultats de l'analyse du coût de cycle de vie soient portés à l'attention du décisionnaire afin qu'il en tienne compte.

7.7 Analysis update

It is advantageous in many life cycle costing studies to keep the LCC model current so that it can be exercised throughout the life cycle of the product. For example, it may be desirable to update LCC analysis results (which were initially based on preliminary or estimated data) based on more detailed data as it becomes available later in the product life cycle. Maintaining and updating the LCC model may involve modifications to the LCC breakdown structure, changes to cost estimating methods as additional information sources become available, and alterations in assumptions embodied in the model.

The updated LCC analysis should be documented and reviewed to the same extent as the original.

8 Uncertainty and risks

LCC is basically a quantitative measure reflecting an estimate of the cost of acquisition and ownership of a product over its life cycle. As emphasized throughout this standard, the confidence in the results of life cycle cost analysis depends on the availability and use of the relevant information, the assumptions (about the product and future) made in the LCC model, and the input data used in the analysis.

Items such as lack of information at the beginning of the project, introduction of new technology/product, use of optimistic estimates (in order to justify the project), use of unattainable schedules, long research and development projects with unpredictable results, undue optimism/pessimism, etc. all contribute to uncertainty and risk. Elements such as predicted inflation rates, labour, material and overhead costs to be incurred over a long period of time in the future can also cause considerable uncertainty in the results of LCC analysis. Therefore, erroneous conclusions may be drawn and wrong decisions made due to the use of incorrect models, incorrect data, or the omission of some cost significant items.

The uncertainty and risk are further compounded by the fact that many important factors relevant to a decision may not be quantifiable in terms of costs. Value judgements based on experience should be used to account for such factors. Such value judgements are generally qualitative. In practice, the decision making based on life cycle cost of a product often involves a combination of quantitative and qualitative considerations. The quantitative results provide a baseline reference, whereas qualitative assessments provide reinforcement for further support of the recommendations and decisions.

In order to reduce the risks involved in quantitative assessment, sensitivity analyses should be performed, with a range of potential values considered primarily for parameters of cost drivers and other important variables. The results of such sensitivity studies should be assessed in detail and the possible range of variation in life cycle costing analysis results be provided. The degree of verification of the analysis should be commensurate with the seriousness of the impact of analysis results and the value of the decision. For example, for supporting decisions which are very cost intensive, the life cycle cost analysis may require verification by independent experienced personnel.

It is important that the specific risks involved and the possible range of variation of life cycle cost analysis results are brought to the attention of the decision maker for consideration.

Annexe A (informative)

Activités caractéristiques génératrices de coûts

A.1 Généralités

Chaque phase du cycle de vie comprend des activités qui contribuent à générer les coûts de cette phase. Cette annexe répertorie pour chaque phase certaines activités caractéristiques pour lesquelles il est recommandé d'identifier les coûts. Il est conseillé, au cours de l'analyse, d'identifier les coûts des activités supplémentaires appropriées

A.2 Coûts caractéristiques des phases du cycle de vie du produit

A.2.1 Concept et définition

Les coûts de la phase de concept et définition sont attribués à diverses activités conduites afin de garantir la faisabilité du produit à l'étude. Les coûts caractéristiques comprennent:

- a) étude de marché;
- b) gestion de projet;
- c) concept du système et analyse de conception;
- d) préparation d'une spécification de besoins du produit.

A.2.2 Conception et développement

Les coûts de conception et de développement sont attribués au respect des spécifications de besoins du produit et à la démonstration de sa conformité. Les coûts caractéristiques comprennent:

- a) gestion de projet;
- b) mise en application du système et de la conception, comprenant la fiabilité, la maintenabilité et les activités de protection de l'environnement;
- c) documentation de conception;
- d) fabrication de prototypes;
- e) développement de logiciels;
- f) essais et évaluation;
- g) planification et mise en oeuvre de la productique;
- h) sélection des vendeurs;
- i) démonstration et validation;
- j) gestion de la qualité.

A.2.3 Fabrication et installation

Les coûts de fabrication et d'installation sont attribués à la production du nombre nécessaire d'exemplaires du produit ou à la fourniture du service spécifié sur une base continue. Les activités (coûts) de cette phase sont subdivisées entre celles qui sont non-récurrentes et celles qui sont récurrentes pour chaque produit ou service fourni. Les coûts caractéristiques comprennent:

Annex A (informative) **Typical cost generating activities**

A.1 General

Each phase of the life cycle includes activities that contribute to the costs for that phase. This annex lists some typical activities for each phase for which the costs should be identified. Costs for additional activities should be identified as appropriate at the time the analysis is conducted.

A.2 Typical costs in the product life cycle phases

A.2.1 Concept and definition

Concept and definition costs are attributed to various activities conducted to ensure the feasibility of the product under consideration. These typically include costs for:

- a) market research;
- b) project management;
- c) system concept and design analysis;
- d) preparation of a requirement specification of the product.

A.2.2 Design and development

Design and development costs are attributed to meeting the product requirements specification and providing proof of compliance. These typically include costs for:

- a) project management;
- b) system and design engineering, including reliability, maintainability and environmental protection activities;
- c) design documentation;
- d) prototype fabrication;
- e) software development;
- f) testing and evaluation;
- g) producibility engineering and planning;
- h) vendor selection;
- i) demonstration and validation;
- j) quality management.

A.2.3 Manufacturing and installation

Manufacturing and installation costs are attributed to making the necessary number of copies of the product, or providing the specified service on a continuous basis. The activities (costs) in this phase are subdivided between those that are non-recurring and those that recur with each product or service provided. These typically include costs for:

- a) coûts non-récurrents:
 - 1) étude de mise en oeuvre industrielle et analyse des opérations;
 - 2) construction des installations;
 - 3) outillage de production et équipement d'essai;
 - 4) équipement d'essai et de soutien spéciaux;
 - 5) pièces de rechange et de réparation initiales;
 - 6) formation initiale;
 - 7) documentation;
 - 8) logiciels;
 - 9) essais (essais en vue de la qualification).
- b) coûts récurrents:
 - 1) gestion et mise en oeuvre de la production;
 - 2) maintenance des installations;
 - 3) fabrication (main-d'oeuvre, matériaux, etc.);
 - 4) contrôle et vérification de la qualité;
 - 5) montage, installation et contrôle de fin de fabrication;
 - 6) emballage, stockage, expédition et transport;
 - 7) formation continue.

A.2.4 *Exploitation et maintenance*

Les coûts d'exploitation, de maintenance et d'approvisionnement des systèmes et des équipements de soutien sont encourus tout au long de la durée de vie prévue du système/produit. Les coûts caractéristiques comprennent:

- a) exploitation:
 - 1) main-d'oeuvre/formation;
 - 2) matériaux et produits consommables;
 - 3) énergie;
 - 4) équipement et moyens;
 - 5) modifications de l'ingénierie;
 - 6) nouvelles versions de logiciel
- b) maintenance:
 - 1) main-d'oeuvre/formation;
 - 2) moyens;
 - 3) services de l'entreprise
 - 4) maintenance des logiciels
- c) approvisionnement:
 - 1) main-d'oeuvre/formation;
 - 2) pièces de rechange et matériel de réparation;
 - 3) moyens d'entreposage;
 - 4) conditionnement, expédition et transport.