

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Dependability management –
Part 3-3: Application guide – Life cycle costing**

**Gestion de la sûreté de fonctionnement –
Partie 3-3: Guide d'application – Évaluation du coût du cycle de vie**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Dependability management –
Part 3-3: Application guide – Life cycle costing**

**Gestion de la sûreté de fonctionnement –
Partie 3-3: Guide d'application – Évaluation du coût du cycle de vie**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 21.020

ISBN 978-2-8322-3886-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviated terms.....	11
4 Concepts of life cycle costing	11
4.1 Objectives of life cycle costing	11
4.2 Application of life cycle costing	12
4.3 Factors influencing LCC.....	13
4.4 Factors related to dependability	13
5 Life cycle costing process.....	14
5.1 General.....	14
5.2 Establish the organizational context.....	14
5.2.1 Formulate the context.....	14
5.2.2 Identify alternatives	16
5.3 Plan the analysis	16
5.3.1 Define scope and objectives of the analysis.....	16
5.3.2 Define analysis tasks and identify contributing personnel	16
5.3.3 Identify constraints	17
5.3.4 Identify relevant financial parameters	17
5.4 Define the analysis approach.....	18
5.4.1 Establish rules/methodology	18
5.4.2 Select or develop an LCC model.....	18
5.4.3 Define the cost breakdown structure	19
5.4.4 Identify areas of uncertainty.....	20
5.5 Perform the analysis	21
5.5.1 Establish methods for estimating cost elements.....	21
5.5.2 Collect cost data.....	21
5.5.3 Aggregate cost per item for each stage or time period	22
5.5.4 Perform LCC and sensitivity analysis.....	22
5.5.5 Review analysis.....	22
5.5.6 Assess achievement of analysis objectives.....	22
6 Finalize the analysis	23
6.1 Identify follow-up actions	23
6.2 Document analysis.....	23
Annex A (informative) Life cycle costing and the life cycle	24
A.1 General.....	24
A.2 Typical LCC analyses	25
A.3 Committed versus actual costs.....	25
Annex B (informative) Financial concepts	27
B.1 General.....	27
B.2 Consequential costs.....	27
B.3 Warranty costs.....	28
B.4 Liability costs	28

B.5	Opportunity costs, discounting, inflation and taxation	29
B.5.1	General	29
B.5.2	Opportunity costs.....	29
B.5.3	Taxation	29
B.5.4	Exchange rate	29
B.5.5	Generally accepted accounting principles	29
Annex C	(informative) Application of financial evaluation techniques	30
C.1	General.....	30
C.2	Discounted cash flow (DCF).....	30
C.3	Internal rate of return (IRR).....	30
C.4	Depreciation and amortization.....	30
C.5	Cost-benefit analysis	30
C.6	Time value of money.....	31
Annex D	(informative) Cost breakdown structures by life cycle stage	32
D.1	General.....	32
D.2	Life cycle stage cost element	32
D.2.1	General	32
D.2.2	Concept.....	32
D.2.3	Development	32
D.2.4	Realization	33
D.2.5	Utilization	33
D.2.6	Enhancement	34
D.2.7	Retirement.....	34
D.3	Cost element explanation.....	34
D.3.1	General	34
D.3.2	Project management.....	35
D.3.3	Engineering	35
D.3.4	Producibility engineering and planning.....	35
D.3.5	Manufacturing.....	35
D.3.6	Facilities	35
D.3.7	Support and test equipment.....	35
D.3.8	Initial training.....	35
D.3.9	Initial spares and repair parts	35
D.3.10	Consumables.....	35
D.3.11	Contractor services.....	35
Annex E	(informative) Evaluating intangibles	36
E.1	General.....	36
E.2	Intangibles	36
E.3	Valuing methods	37
Annex F	(informative) Methods for estimating cost elements.....	38
F.1	General.....	38
F.2	Parametric cost method	38
F.3	Analogous cost method.....	40
F.4	Engineering cost method	40
Annex G	(informative) Example of LCC comparison	42
G.1	General.....	42
G.2	Simple example of LCC comparison.....	42
G.2.1	General	42

G.2.2	Configuration option 1	42
G.2.3	Configuration option 2	42
G.2.4	Configuration option 3	42
G.2.5	Configuration option 4	43
G.2.6	LCC calculation	43
Bibliography.....		44
Figure 1 – Life cycle costing process		15
Figure 2 – Cost breakdown structure concept		19
Figure A.1 – Typical analyses across the life cycle		25
Figure A.2 – Example of committed and actual costs		26
Figure F.1 – Potential sources of costs		38
Figure F.2 – Example of cost elements used in a parametric cost analysis.....		39
Table G.1 – Summary of LCC comparison		43

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DEPENDABILITY MANAGEMENT –**Part 3-3: Application guide – Life cycle costing****FOREWORD**

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

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

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2004. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) addition of a complete analysis process;
- b) greater reference to international accounting practices;
- c) increased discussion of financial concepts.

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

FDIS	Report on voting
56/1713/FDIS	56/1720/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60300 series, published under the general title *Dependability management*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Life cycle costing is the process of performing an economic analysis to assess the cost of an item over a portion, or all, of its life cycle in order to make decisions that will minimize the total cost of ownership while still meeting stakeholder requirements. Generally, an organization may only be able to, or need to, evaluate cost for a portion of the total life of an item. Across the life of any item, decisions involving a trade-off between current and future costs will be necessary. This trade-off process will be enhanced by defining the short and long term implications of feasible expenditure decisions.

The principal use of this document is to compare one alternative system solution to another where future cost of ownership comprising maintenance, operations, enhancement and disposal actions is significant and require a balance between the cost of acquisition and the residual unrealized risk of ownership. Such a balance is achieved by technical and monetary assessments that take into account varying outcomes of availability, reliability, maintainability and supportability. Life cycle costing can also provide essential data to develop budgetary estimates.

This document is also intended to assist those who may be required to specify, commission and manage such activities when undertaken by others.

The highest value from life cycle costing is achieved early in the life of an item when many configuration options are possible and influence on future costs the greatest. Studies have shown that life cycle costs are mostly committed and the opportunity for affordable change is progressively reduced as item detailed design is approached.

Life cycle costing comprises only expense elements, which may be tangible or intangible; revenue or value outcomes are not included. Costs comprise all expected future expenditure including financial allowance for residual risk. Value outcomes, such as revenue, are analysed in the subsequent financial or economic trade-off analysis that use the results of the life cycle cost analysis.

Analysis outcomes are often presented as a single figure representing all future expenditures at a single point in time. The analysis may also be presented as a future cost profile without inclusion of the time value of money. However, as future costs are uncertain in both approaches, the analysis may also be presented as a probability distribution to highlight any potential sensitivity of the outcome to that uncertainty.

When assessing the impacts of potential options, analysts may need to cost intangible outcomes such as safety exposure, loss of public amenity or damage to corporate image. The use of multi-attribute rank ordering or semi-quantitative matrixes are not applicable for assessing these impacts as life cycle costing has a quantitative outcome of cost, namely: life cycle cost (LCC). Many quantitative techniques, such as “willingness to pay” or “choice modelling” have been developed and are often applied to assure all direct consequences are included in the analysis.

The approach defined in this document recognizes that life cycle costing has been applied for many decades across many industries, some of which have developed their own set of terms and language. An organization may adapt the terms used in this document to their context of use to ensure that the intent of this document is achieved.

DEPENDABILITY MANAGEMENT –

Part 3-3: Application guide – Life cycle costing

1 Scope

This part of IEC 60300 establishes a general introduction to the concept of life cycle costing and covers all applications. Although costs incurred over the life cycle consist of many contributing elements, this document particularly highlights the costs associated with the dependability of an item. This forms part of an overall dependability management programme as described in IEC 60300-1 [1]¹.

Guidance is provided on life cycle costing for use by managers, engineers, finance staff, and contractors; it is also intended to assist those who may be required to specify and commission such activities when undertaken by others.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

acquisition cost

initial cost of developing and realizing an item so it can be utilized and placed into service

3.1.2

amortization

paying off of debt with a fixed repayment schedule in regular instalments over a period of time

Note 1 to entry: Amortization is also defined as the spreading out of capital expenses for intangible assets over a specific period of time (usually over the asset's useful life) for accounting and tax purposes.

3.1.3

base date

fixed point in time set as the common cost reference

3.1.4

cost breakdown structure

framework of cost elements so that they can be distinctly defined and estimated

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

3.1.5**cost driver**

cost element that has a major influence on the life cycle cost

3.1.6**cost element**

component of life cycle cost for which cost data are, or can be, collected

3.1.7**depreciation**

method of allocating the cost of a tangible asset over its useful life

3.1.8**discount rate**

factor or rate reflecting the time value of money that is used to convert cash flows occurring at different times to a base date

3.1.9**intangible item**

identifiable non-monetary item without physical substance

Note 1 to entry: The item is separable, that is, is capable of being separated or divided from the entity and sold, transferred, licensed, rented or exchanged, either individually or together with a related contract, asset or liability.

Note 2 to entry: The item arises from contractual or other legal rights, regardless of whether those rights are transferable or separable from the entity or from other rights and obligations.

Note 3 to entry: An intangible item is recognised if, and only if:

- it is probable that the expected future economic benefits that are attributable to the asset will flow to the entity,
- the cost of the asset can be measured reliably.

[SOURCE: IAS 38]

3.1.10**item**

subject being considered

Note 1 to entry: The item may be an individual part, component, device, functional unit, equipment, subsystem, or system.

Note 2 to entry: The item may consist of hardware, software, people or any combination thereof.

Note 3 to entry: The item is often comprised of elements that may each be individually considered. See sub item (192-01-02) and indenture level (192-01-05) in IEC 60050-192:2015.

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-01-01, modified — Notes 4 and 5 deleted]

3.1.11**liability cost**

cost associated with actual or alleged non-compliance with statutory or contractual obligations

3.1.12**life cycle**

series of identifiable stages through which an item goes, from its conception to disposal

EXAMPLE A typical system lifecycle consists of: concept and definition; design and development; construction, installation and commissioning; operation and maintenance; mid-life upgrading, or life extension; and decommissioning and disposal.

Note 1 to entry: The stages identified will vary with the application.

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-01-09]

3.1.13
life cycle cost
whole life cost
LCC

<of an item> total cost incurred during the life cycle

Note 1 to entry: See also life cycle costing (3.1.14).

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-01-10]

3.1.14
life cycle costing

process of economic analysis to assess the cost of an item over its life cycle or a portion thereof

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-11-11]

3.1.15
mean operating time to failure
MTTF

expectation of the operating time to failure

Note 1 to entry: In the case of non-repairable items with an exponential distribution of times to failure (i.e. a constant failure rate) the MTTF is numerically equal to the reciprocal of the failure rate. This is also true for repairable items if after restoration they can be considered to be "as-good-as-new".

Note 2 to entry: See also operating time to failure (IEC 60050-192:2015, 192-05-01).

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-05-11]

3.1.16
mean operating time between failures
MTBF
MOTBF

expectation of the duration of the operating time between failures

Note 1 to entry: Mean operating time between failures should only be applied to repairable items. For non-repairable items, see mean operating time to failure (3.1.15).

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-05-13]

3.1.17
ownership cost

total cost of utilizing an item including all operating, maintenance and unrealized risk costs until the end of its life cycle

3.1.18
time value of money

measurement of the difference between future and the present-day value of monies

3.1.19
useful life

<of an item> time interval, from first use until user requirements are no longer met, due to economics of operation and maintenance, or obsolescence

Note 1 to entry: In this context, "first use" excludes testing activities prior to hand-over of the item to the end-user.

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-02-27]

3.2 Abbreviated terms

Abbreviated term	Definition
CBS	cost breakdown structure
CU	currency unit
DCF	discounted cash flow
GAAP	generally accepted accounting procedures
IASB	International Accounting Standards Board
IFRS	international financial reporting standards
IRR	internal rate of return
kCU	1 000 currency units (CU)
LCC	life cycle cost
LORA	level of repair analysis
MTBF	mean operational time between failures
MTTF	mean time to failure
NPV	net present value
VAT	value added tax

4 Concepts of life cycle costing

4.1 Objectives of life cycle costing

The objective of life cycle costing is to assist decision-makers in selecting the most appropriate alternative options at any time throughout the life cycle of an item. The life cycle cost analysis only adds value when it informs decision-making. Whether a supplier is aiming to penetrate a new competitive market or a purchaser is looking to buy a new item, life cycle costing can provide important data and guidance information enabling decision-makers to evaluate available options. These activities should form part of a dependability management programme as described in IEC 60300-1 [1].

In the context of the life cycle, options can be evaluated in terms of their relative cost, timescale, performance, dependability or other considerations. Options can also be evaluated in terms of design concepts, such as the benefits of economy-of-scale savings resulting from commonality in design and structure, or whether to invest in an improvement programme. Where there are few or no options, the analysis can also provide essential data to develop budgetary estimates for the utilization stage, or decisions to bid (or not) for new work.

When defining the objectives of an analysis, it is important to decide if a comprehensive analysis or a more limited one should be performed. The purpose of life cycle costing may relate to evaluation of alternatives, financial planning or, as is often the case, situations where both are required.

When life cycle cost analysis is used in financial planning, the full range of costs may have to be considered. This is usually a detailed analysis where there will be less uncertainty and greater accuracy in the results, but extensive and accurate input data will be required.

If the intent of the analysis is to evaluate alternatives, only cost elements that relate to the comparison need be included. This is usually a comparative analysis where less input data will be needed, but will provide less accuracy and only a relative ranking of options.

The life cycle cost analysis can be beneficially performed by a supplier, manufacturer, sales organization, commissioning authority or installer. It can also be performed by the purchaser, user, operator, paymaster, maintainer, or decommissioning authority. It is important to be

aware of the perception of the analysis task by the relevant authority (or authorities), and to be clear about the purpose and objectives of the analysis. Given the different interested parties that may benefit from the analyses, for the sake of simplicity, in this document the parties involved can be divided into the categories of suppliers and purchasers.

4.2 Application of life cycle costing

The methods described in this document may be applied throughout the life cycle of an item for making decisions regarding trade-offs between performance, cost and schedule, for applications such as:

- project planning;
- budgeting and funding;
- acquisition processes;
- feasibility studies;
- concept development;
- selection of alternative design solutions;
- assessment of remaining life;
- comparison between new system acquisition and renovation of a current system.

An understanding of the life cycle of an item and the activities that are performed during each stage is fundamental to the application of life cycle costing. It is also essential that there is a clear understanding of the relationship of these activities to performance, safety, dependability and other characteristics that contribute to life cycle costs. Annex A describes the major life cycle stages and aspects of life cycle costing appropriate to each.

It is common practice to identify the costs associated with specific life cycle stages in order to ensure that any trade-off studies are relevant to that stage or stages. The number of stages considered and the detail in which they are analysed is application specific both in terms of the item under study and the context in which it is being analysed. The identification of suitable stages and levels of analysis detail should therefore form part of the analysis plan and may result in multiple analyses.

Decisions will often include the trade-off between short and long-term expenditure, such as:

- item reliability and the ongoing cost for preventive and corrective maintenance;
- item maintainability, supportability and future cost for preventive and corrective maintenance;
- item performance and cost of future operation, for example: passive building insulation and future cost for active temperature control.

The boundary of each life cycle stage should be clearly defined in order to ensure consistency of approach and that meaningful results can be obtained to achieve the objectives set for that stage.

Life cycle costs can be divided into those that are associated with acquiring the item and subsequently those required to exercise ownership. An important consideration when planning to perform life cycle cost analysis is that costs are largely committed or determined during acquisition even if the actual costs only occur later during the ownership stage. This is illustrated in Annex A.

Examples of life cycle costing include:

- broad assessment of alternative operational concepts of a system subject to full scale engineering development;
- assessment of alternative technologies during design;

- assessment of alternative commercial items to procure in a system by trade-off studies between reliability, maintainability, supportability and cost;
- costing of alternative maintenance concepts and associated strategies applied to achieve business objectives;
- assessment of potential internal trade-offs in provision of integrated support (personnel, spares, training, facilities, etc.) necessary to achieve cost effective availability;
- assessment of the medium and long term implications of changes to short term expenditure.

4.3 Factors influencing LCC

The greatest effect on LCC can be achieved during the initial stages of the life cycle, particularly the concept and development stages. Design practices should therefore recognize that, as the design becomes established, improving the LCC is increasingly difficult and costly.

The characteristics of an item are established during the concept and development stage when the fundamental need for that item is scoped. This need is made more specific in a set of requirements, which are further converted into a detailed specification. Decisions made as to how the requirement is to be met, including constraints, determine to a great extent the eventual LCC.

Factors that influence the LCC of an item are closely linked to the requirements that are to be satisfied. Examples of these include, but are not limited to requirements for:

- dependability;
- safety;
- regulations;
- physical operating environment;
- environmental impact;
- financial performance;
- expected duration of use;
- obsolescence management.

4.4 Factors related to dependability

Dependability plays a major role in the LCC of an item; the attributes of dependability which affect LCC vary with the stage of the life cycle. Options can be evaluated in terms of availability, reliability, maintainability, supportability or other dependability-related considerations.

The first aspect of dependability that is considered is usually the required reliability of the system and the reliability of its components. If the required reliability is not feasible, redundancy may have to be part of the design in which case the acquisition cost will usually increase. Improved reliability can result in a major benefit in LCC by reducing operating and maintenance costs although this usually entails a higher acquisition cost.

Improved maintainability has a similar impact on LCC through lower operating and maintenance costs and improved availability through reduced downtime. Adequate supportability by means of available, efficient and cost-effective maintenance support and logistics usually improves the LCC of an item.

Dependability considerations should be an integral part of the design process and LCC evaluations. These considerations should be critically reviewed when preparing item specifications and be regularly evaluated throughout the design stages in order to optimize system design and the LCC.

Often the analysis will support the trade-off between acquisition and utilization costs. One instance of such a trade-off analysis is the level of repair analysis (LORA) which aims to identify the optimum maintenance approach and maintainability design by addressing factors such as the maintenance concept, maintenance locations, internal and external maintenance providers and spare parts provisioning.

5 Life cycle costing process

5.1 General

The life cycle costing process is shown in Figure 1. The major steps in the process are to:

- establish the organizational context;
- plan the analysis;
- define the analysis approach;
- perform the analysis;
- finalize the analysis.

Each of these activities is discussed in detail in the following subclauses. The manner in which these steps are applied to a specific analysis will vary according to the objectives of the analysis and the working methods which are found to be most effective for those undertaking the analysis.

5.2 Establish the organizational context

5.2.1 Formulate the context

Each life cycle cost analysis evaluates a unique operating context that comprises both internal and external influences on an organizational entity. Each analysis should therefore be accompanied by a contextual statement that allows the construction of a set of future scenarios to identify cost influences for potential outcomes for each scenario. This context excludes consideration of financial factor, which are considered as part of the planning process.

Contextual analysis techniques may be used to identify influences that affect costs across the life cycle. For example, social factors may include population growth, age profile and demographics, which might influence future demand; while technological factors might include changing levels of automation and obsolescence. Detailed information regarding obsolescence management can be found in IEC 62402 [2].

Life cycle costing may address the entire life cycle of an item or only a part of it. The life cycle costing analysis should be tailored to suit a particular item in order to obtain the maximum benefit from the effort.

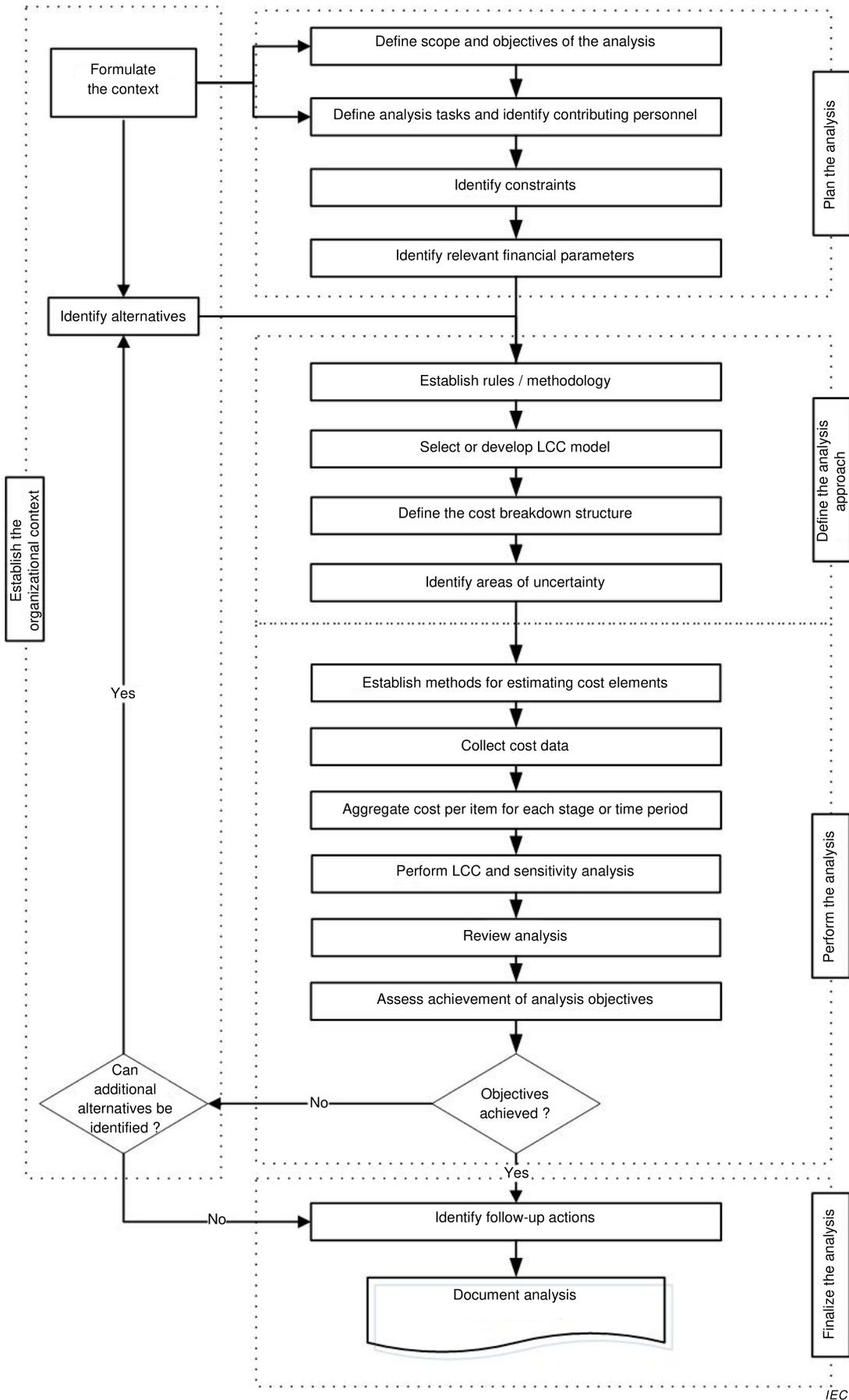


Figure 1 – Life cycle costing process

5.2.2 Identify alternatives

The organization may need to identify alternative options or solutions to be evaluated; these form part of the analysis objectives. The list of proposed alternatives may be refined as new options are identified, or as existing options are found to violate the problem constraints.

All options or alternatives are supplied by processes outside the scope of this document and are normally related to business objectives and consist of external drivers to the organization.

Evaluations that may be considered generally include, but are not limited to, the following:

- alternative designs with differing balance between acquisition and operating costs;
- alternative designs with differing balance between reliability and maintenance costs;
- system redundancy alternatives;
- alternative approaches to obsolescence management.

5.3 Plan the analysis

5.3.1 Define scope and objectives of the analysis

The first part of planning the life cycle cost analysis is to define the scope of the analysis in terms of the item being studied, the time period (life cycle stages) to be considered, the operating environment and maintenance support scenario to be employed. The scope and boundaries of the analysis should be identified and agreed upon in order to ensure that the analysis results meet the business objectives and the needs of the analysis user.

The analysis objectives are defined in terms of the outputs that are needed from analysis and the associated organizational activities for which they will be used. Typical analysis objectives include:

- determination of the LCC for an item in order to support planning, contracting, budgeting or similar needs;
- evaluation of the impact of alternative courses of action (such as design approaches, item acquisition, support policies or alternative technologies) on the LCC of an item;
- identification of cost elements which are major contributors to the LCC of an item in order to focus design, development, acquisition or item support efforts.

Scoping is intended to develop a fundamental understanding of the stakeholders, business objectives, issues and interfaces relevant to the study. This process equates to the “communication and consultation” function in a classic risk management process. The scoping statement should include:

- a list of constraints and assumptions;
- a set of financial decision criteria related to such measures as net present value (NPV), payback periods and internal rate of return (IRR) values that can influence the comparative outcomes;
- a list of alternative options for the study obtained from a first cut screening of options (for example using qualitative methods such as paired comparisons [3]);
- a definition of the cost breakdown structure as a matrix of cost elements and life cycle stages.

5.3.2 Define analysis tasks and identify contributing personnel

The plan should define the tasks required to implement life cycle costing activities, schedule and organize the tasks to produce the desired results in a timely manner, determine the resources required to accomplish the life cycle costing analysis and define the methods by which tasks will be accomplished.

Identification of tasks and the allocation of resources will be an iterative process driven by the selected methodology or methodologies.

The following elements should be contained in the plan:

- a) Definition of the analysis objectives in terms of outputs to be provided by the analysis, and the decisions which the outputs will support.
- b) Definition of the scope of the analysis in terms of item(s) being considered, the time period (life cycle stages) to be considered, the operating environment and maintenance support scenario to be evaluated.
- c) Identification of alternative courses of action to be evaluated (if they are part of the analysis objectives).
- d) Identification of the methodologies to be employed to perform the various tasks in the life cycle costing analysis.
- e) Provision of an estimate of the resources and skills required.
- f) Provision of schedule and organization of the various tasks required to perform life cycle cost analysis. This will allow reporting and monitoring of analysis progress to ensure that the analysis results will be available in a timely manner to support the decision making process for which they are required.
- g) Identification of the means by which all assumptions and input data are traceable.

5.3.3 Identify constraints

Any underlying conditions, assumptions, limitations and constraints which might restrict the range of acceptable options to be evaluated should be identified and documented as part of the plan. Such restrictions may include:

- time;
- minimum item performance;
- availability requirements;
- maximum capital cost limitations.

5.3.4 Identify relevant financial parameters

There are several financial parameters which normally form part of a life cycle cost analysis; the selection of which parameters are required will be driven by the overall objectives of the analysis. In particular, the use of the analysis as a comparative or 'absolute' evaluation will influence selection.

The following financial parameters are normally considered.

- Base date – a financial base date is agreed prior to the analysis. This ensures that the input data is consistent and that the output data is relevant.
- Tax – the inclusion of tax with the LCC is usually unimportant; however, the need for its inclusion should be agreed prior to the analysis. Sometimes it is required that specific taxes (such as value added tax (VAT) or sales tax) should be included while others are excluded. Care should be taken not to include double taxation, i.e. tax-on-tax.
- Discount rate/inflation – the discount rate is usually related to the cost of loans (weighted average cost of capital) and, where applicable, the returns required by shareholders. Company accountants generally compute the required rate of return for new investments and this is the company discount rate. In this form, it usually includes an inflation component.

NOTE In all matters relating to taxes and discount/inflation rates, the organization's financial management function will normally specify the exact method and values to be applied.

A discussion of financial concepts which may influence selection of other parameters relevant to specific applications for which the analysis is being undertaken is presented in Annex B.

5.4 Define the analysis approach

5.4.1 Establish rules/methodology

Before commencing an analysis the rules and methodology to be adopted should be agreed with all stakeholders. The methodology will depend upon analysis objectives and should consider the following:

- need for absolute or comparative analysis;
- level of accuracy required;
- available data;
- resources available.

When performing a comparative analysis it is possible that a number of cost areas are common to all options and can therefore be excluded; the rules by which such items are identified should be recorded. If such exclusions are made, it is essential to establish that they can be realistically compared.

In order to perform a realistic comparison between candidate options, it is necessary to ensure a fair basis for comparison. Examples include:

- evaluating dependability related measures for each option consistently;
- ensuring that the operating profile is the same for each option.

If the majority of the LCC is identified as being common to all options, it may not be worth continuing with further analysis unless the analysis objectives can be met by a comparison of the remaining minority of cost elements.

When performing an analysis of a single option, it may be beneficial to exclude some elements from the analysis in order to simplify or reduce the cost of the analysis. Areas that might be excluded are those which are considered to be small in comparison with the likely overall cost or those which are outside the control of the organization.

5.4.2 Select or develop an LCC model

An LCC model of sufficient detail to meet the objectives of the analysis should be selected or developed taking into account the availability of data and the following factors:

- degree of selectivity required to discriminate between options;
- degree of sensitivity required to provide the necessary output accuracy;
- availability of sufficient and representative data for the analysis to be meaningful;
- time available for performing and reporting the life cycle cost analysis.

Irrespective of the model source, all alternatives shall be capable of being evaluated with the same model.

Familiarity with the model selected and its data requirements is important. A life cycle cost analysis should be undertaken early in a project in order to influence decisions, but most data is normally available later. Hence the analysis is often subject to significant time pressure. In addition, familiarity with the model will aid in the collection of data and the form of cost information developed within the organization.

The appropriate level of detail of the life cycle cost analysis will depend upon many factors associated with the objectives and should be given careful consideration as the costs of performing a detailed analysis can be significant.

A detailed analysis can provide a more representative output that can contribute to further detailed cost analysis for example a discounted cash flow analysis (see Annex C).

Once an LCC model has been developed, mathematical aspects of the model should be verified by suitably qualified personnel.

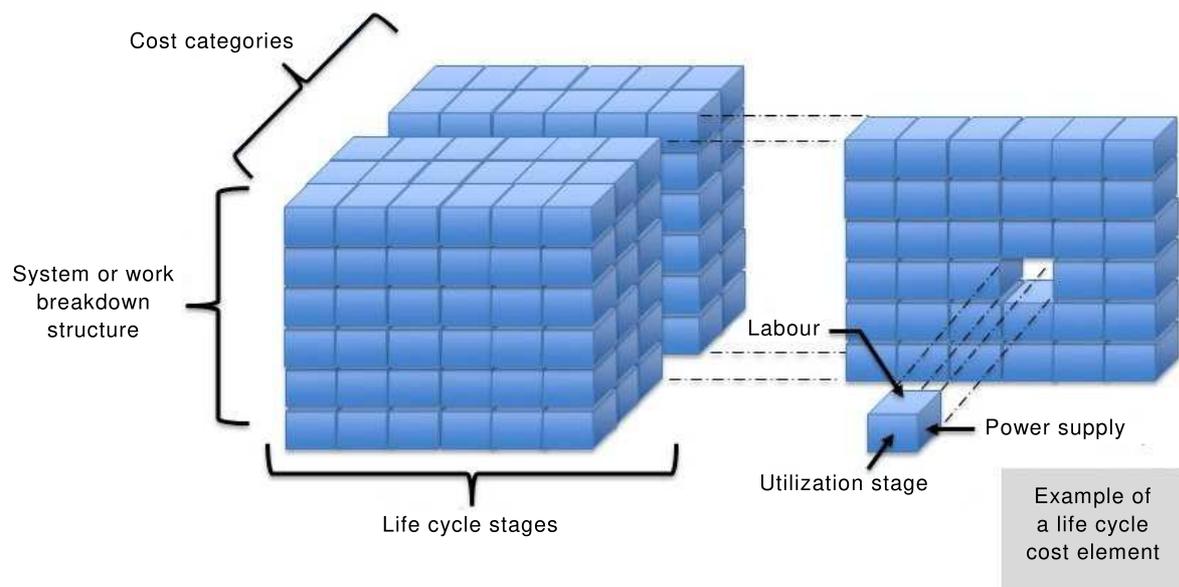
5.4.3 Define the cost breakdown structure

In order to estimate the total LCC, a division of the analysis into its constituent cost elements is necessary. This breakdown generally aligns with the level of detail at which an organization collects costs and can be distinctly defined and estimated.

A cost breakdown structure (CBS) is used to identify the required cost elements and involves the breakdown of the system into lower indenture levels, cost categories and life cycle stages. This can be illustrated by the use of a three-dimensional matrix shown in Figure 2. This matrix involves identification of the following aspects of the system:

- breakdown of the system to lower indenture levels (i.e. the system/work breakdown structure);
- the time in the life cycle when the work or activity is to be carried out (i.e. the life cycle stages);
- the cost category of applicable resources such as labour, materials, fuel/energy, overheads, transportation/travel (i.e. the cost categories).

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



IEC

Figure 2 – Cost breakdown structure concept

The identification of the elements and their corresponding scope should be based on the scope of the LCC study. Only cost elements that contribute to the purpose of the LCC study

should be included. The selection of cost elements should be related to the complexity of the system, as well as to the cost categories of interest in accordance with the required CBS. See an example of typical cost elements in Annex D.

The analysis should identify the minimum number of cost elements needed to discriminate between options, i.e. only those related to cost drivers that will impact the final result. When comparing alternative solutions, costs that are the same for all alternatives can usually be ignored. However, when calculating the cost of ownership for a system all relevant costs should be included.

When identifying cost elements the following should be considered:

- how costs will be collected, their availability and effort required to collect them and the quality of the data that would be collected;
- how costs are to be calculated;
- their importance to cost drivers;
- the conversion of intangibles to real cost (see Annex E).

Some cost elements may be further subdivided into recurring and non-recurring costs and/or fixed and variable costs. The potential effects of these on the LCC will depend upon the stage and context under consideration. For example, in the context of manufacturing, non-recurring or variable costs will generally be associated with the quantity of items being manufactured; however, in an operating context such costs tend to be related to costs such as spare parts, energy or wages.

To facilitate control and decision making, and to support the life cycle costing process, cost information should be collected and reported so they are consistent with the defined CBS. A database should be established and maintained to capture results of previous LCC studies in order to serve as a source of experience feedback.

5.4.4 Identify areas of uncertainty

Uncertainty in an LCC outcome relates primarily to two elements. The first element is the assumptions made regarding the scoping of the study and the building of the model. The second element is the accuracy of data applied to the various measures in the model that determine the outcome. In a similar manner to risk assessment, LCC brings together the cost of future events and their frequency; thus both face similar issues from data or information uncertainty. Where there is a significant overlap of uncertainty bounds between options that are being compared, it may be difficult to form a clear judgement as to which should be selected.

Uncertainty in scope may result from the intent of the study and the level of contextual or environmental risk.

Future events that may influence costs and their consequences should, where possible, be identified. However, this results in some uncertainties as these assumptions may fail to adequately identify all potential relevant events. The sensitivity of the results to such assumptions should be tested.

Life cycle cost analyses are, by definition, quantitative assessments with uncertainty in the applied data arising from the following sources of potential inaccuracy.

- a) The collection of probabilistic (stochastic) data regarding unplanned events such as repair of failed parts based on failure probability, operating life, useful life, mean operating time to failure (MTTF) or mean operating time between failures (MTBF).
- b) Planned operations and maintenance actions that have some uncertainty with regard to risk mitigation actions taken to balance the system performance, cost and risk.

- c) Resource cost of event recovery actions to estimate costs of those events in particular when those events are at an indeterminate time in the future.
- d) The unrealized cost of risk that has not been treated and is not included as a future costed event.

Life cycle cost studies should begin at the earliest stages of the life cycle when the opportunity for impacting future cost is greatest. Such studies are likely to have significant uncertainty and sensitivity studies will be essential to consider the impact of likely significant variations in a vague future. Audit trails and progressive reviews for all assumptions and data used should be a feature of early LCC analyses to prevent potential conflicts of interest in the application and interpretation of such uncertain data.

As the project matures and data becomes increasingly certain, the sensitivity assessments can be constrained accordingly. Selection of suitable probability density functions for certain types of data such as reliability, maintainability and supportability will permit the application of stochastic models using techniques such as Monte-Carlo simulations.

5.5 Perform the analysis

5.5.1 Establish methods for estimating cost elements

Examples of methods that may be used to estimate the parameters of a cost element include:

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

Parametric cost estimating is most commonly used during the early planning and conceptual design stages of item development, where available data is limited. For example, an initial building cost estimate for a ship could be derived from the displacement alone.

Later in the design process, more complete design information becomes available and it may be possible to develop cost estimates by comparing the characteristics of the item being analysed with similar items where historical cost data are recorded. These analogous estimates are limited to items of similar scale and technology.

When the design configuration becomes firm and design data are produced, these will enable the development of detailed engineering and manufacturing estimates based on a more accurate analysis of material, equipment, labour and overhead costs. Thus, as more detailed information becomes available for specific elements, initial parametric or analogous cost estimates can be replaced by engineering estimates or actual costs.

In order to reduce different types of uncertainties involved in the analyses, sensitivity analyses should be produced where possible; for example, by introducing minimum and maximum values to the parameters of the model into the cost estimation equations.

A description of the methods listed above and examples of applications for each method are given in Annex F.

5.5.2 Collect cost data

Collecting cost data for a life cycle cost analysis is often difficult. In some cases, obtainable cost data will be directly applicable to the CBS and will be accurate and complete. In other cases, the cost data could apply to more than one element in the CBS and a means will need to be identified to properly allocate it. Data may be missing or not readily available and may have to be collected or estimated. In addition, data may have to be validated and verified to ensure its applicability and accuracy. Where there are difficulties in collection of the data and estimates or re-allocations made, these should be recorded so their impact can be considered in the life cycle cost analysis.

5.5.3 Aggregate cost per item for each stage or time period

This step is only required if costs are required for stages, time periods or other groupings within the total cost. The definition of such stages or groupings should be performed as part of the definition of the methodology in order to ensure that the correct work breakdown structure and CBS are put in place to support the calculation.

When the CBS has been correctly defined, the calculation of costs for each required grouping should be a simple sum.

5.5.4 Perform LCC and sensitivity analysis

The life cycle cost analysis should be performed with best estimate values as a baseline together with a sensitivity analysis. The sensitivity analysis evaluates the robustness of the applied LCC model, the impact of uncertainty as it relates to selected assumptions and the value of cost elements. Particular attention should be focused on cost drivers, assumptions related to context of use and assumptions related to the time value of money.

Range boundaries or probability density functions for the various input parameters should be selected so that the resultant model variations have a credible spread. When selecting analysis methods care should be taken to ensure that the outcome is communicable to the audience in a manner that achieves the LCC task intent.

5.5.5 Review analysis

A formal, possibly independent, review of the analysis may be required to confirm the correctness and integrity of results. Such a review should include the following aspects.

- The objectives and scope of the analysis to ensure that they have been appropriately stated and interpreted.
- The assumptions made during the analysis to ensure that they are reasonable, and that they have been adequately documented.
- The adequacy of the model for the purpose of the analysis (including cost element definitions and assumptions).
- The applicability and accuracy of all data sources.
- The application of the model to ensure that its inputs have been accurately established, that it has been used correctly and that the results (including those of sensitivity analysis) have been adequately evaluated and discussed.

If such a review identifies the need for revision of data or analysis methods the appropriate elements of the process will need to be revisited and addressed in accordance with the results.

5.5.6 Assess achievement of analysis objectives

The analysis outcomes should be compared with the original objectives. If objectives have not been met, the analysis process should be examined to identify the causes. The cause of failure to meet objectives will be dependent upon the particular analysis, but the following areas should be examined:

- the extent to which the methodology provided correctly structured or detailed analysis;
- whether the input data was sufficiently detailed and realistic;
- whether the correct alternatives were identified for the analysis.

If failures in these or other areas are identified, the analysis processes or data should be modified if possible and the analysis revised.

If the objectives have been met, or where they have not but revision is not possible, follow-up actions should be identified, the analysis documented and closed.

6 Finalize the analysis

6.1 Identify follow-up actions

On completion of the life cycle cost analysis, there may be follow-up actions that result from the conclusions reached. When life cycle cost analysis is performed early in the life cycle, the potential for effective follow-up actions is the greatest and may include a requirement for future update of the analysis when more detailed information is available.

The analysis conclusions may include:

- costs that have been found to be too high to make the system economical but which if reduced will make it feasible;
- options that will reduce costs (e.g. a change in design that might increase the cost of acquisition but will reduce the cost of operation or maintenance);
- the identification of cost drivers that will need special attention during the implementation or utilization life cycle stage.

It is important to identify specific persons responsible for implementing follow-up actions.

6.2 Document analysis

The life cycle cost analysis should be clearly and carefully documented as it will provide important information to stakeholders, decision makers, customers, users and managers.

Supporting evidence should be provided when presenting the results and outputs of the analysis, this should include the following:

- model alignment to objectives;
- model accuracy;
- data sources and quality;
- traceability;
- validation.

Annex A (informative)

Life cycle costing and the life cycle

A.1 General

The generic stages of the life cycle of an item can be described as follows:

- a) concept;
- b) development;
- c) realization;
- d) utilization;
- e) enhancement;
- f) retirement.

The first three stages constitute the acquisition cost of the item and the last three stages are the ownership cost. Within these stages:

- the development stage (b) includes all aspects of design;
- the realization stage (c) includes procurement, manufacturing, inspection and testing, shipping and installation;
- the utilization stage (d) includes both operation and maintenance;
- the enhancement stage (e), if required, includes all aspects of design and acquisition associated with the enhancement.

Leasing (for items such as gas turbines) is often considered a special case of the utilization stage. In this case ownership does not change, but cost considerations during the last three stages will be different for the supplier and the lessee. Additionally, design trade-offs will need to address potential lease arrangements.

The appropriate life cycle stages, or parts or combinations of these stages, should be selected to suit the special needs of each specific analysis. In a general way, the total costs incurred during the above stages can also be divided into acquisition cost and ownership cost.

Acquisition costs are generally visible, and can be readily evaluated before the acquisition decision is made and may, or may not, include installation cost. Sometimes the transition between acquisition and ownership activities can be blurred and make attribution of costs difficult, resulting in costs being double counted. Thus care should be taken to ensure accuracy.

The ownership costs, which are often a major component of LCC, in many cases exceed acquisition costs and are not readily visible. These costs are difficult to predict and may also include the cost associated with installation.

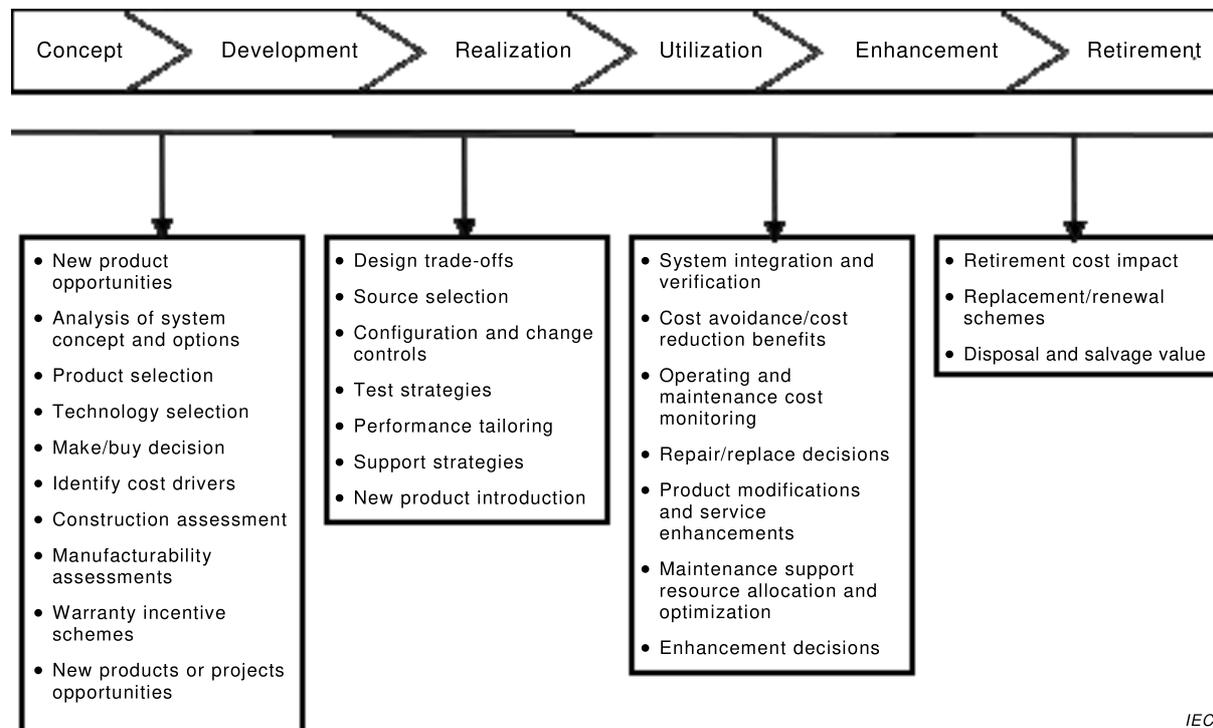
Retirement, or de-commissioning, costs may represent a significant proportion of total LCC. Legislation may require activities during the disposal stage that for major projects, for example nuclear power stations, involve significant expenditure.

Minor modifications will generally be included in ownership cost but a major enhancement may signal a new portion of the life cycle that could trigger a revised life cycle cost analysis to enable evaluation of alternatives.

The life cycle cost analysis may address all stages, some stages, a single stage, or a part of a single stage.

A.2 Typical LCC analyses

Figure A.1 shows the life cycle stages of an item, together with some of the topics that should be addressed by a life cycle costing study.



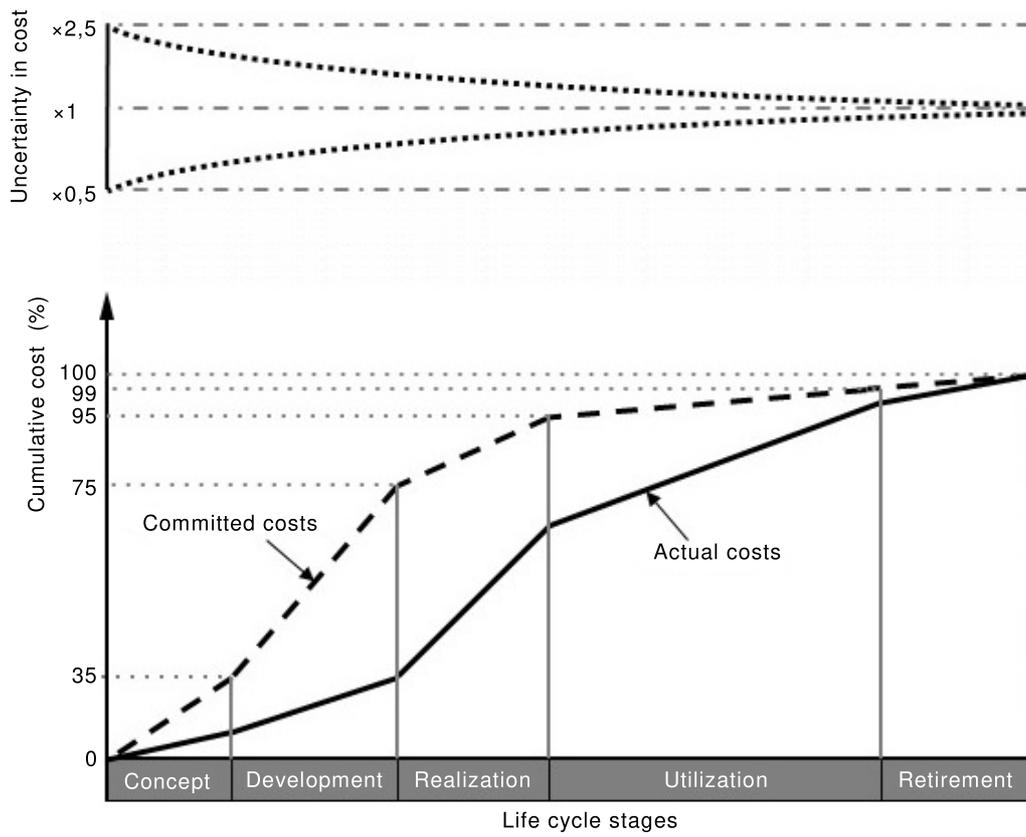
NOTE There is no direct correlation between the analysis groups and specific stages, however they reflect the general change in emphasis of analysis as the life cycle progresses.

Figure A.1 – Typical analyses across the life cycle

A.3 Committed versus actual costs

A major portion of the expected LCC is dependent on consequences of decisions made during the early stages of the life cycle, in particular those made during development.

It can be seen from Figure A.2 that the greatest opportunity for influencing projected LCC occurs during the initial stages of the life cycle. Even though the actual costs increase mainly due to the capital and operating costs, the committed amount occurs much earlier. The design has the largest influence on what the final life cycle cost will be. Once the item has been put into service, there is little flexibility in the committed cost. As the life cycle stages progress, the uncertainty around the actual costs also decreases.



IEC

Figure A.2 – Example of committed and actual costs

Annex B (informative)

Financial concepts

B.1 General

The treatment of costs requires financial awareness and data traceability. It is usual for the generally accepted accounting procedures (GAAP) rules to be used (see B.5.5). Although this is not mandatory, traceability is essential when discussing the assumptions, conduct and financial results of the life cycle cost analysis.

It is not normally the role of the LCC analyst to decide upon the use of financial concepts. The organization's financial management function will normally specify the exact method and values to be applied.

B.2 Consequential costs

When an item or service becomes unavailable, a series of costs may be incurred. These costs may include:

- warranty cost;
- liability cost;
- cost due to loss of revenue;
- costs for providing an alternative service.

In addition, further consequential costs should be identified by applying risk analysis techniques to determine costs of adverse impacts on the company's image, reputation or prestige which may in turn result in loss of clients.

Costs of recovering from or mitigating these risks should be included in consequential costs.

In most cases these costs are difficult to assess, but under some circumstances 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 included in the analysis.

The availability performance of an item should be optimized as the unavailability of an item can significantly affect its LCC. As reliability increases (with all other factors held constant), the acquisition costs will generally increase but maintenance and support costs will decrease. An optimum item reliability can then be identified which corresponds to the lowest LCC.

It should be noted that the results of LCC calculations might not match the actual/observed costs. This is because there are many influencing random factors, such as environmental conditions and human errors during operation, which are difficult to model (see IEC 62508 [4]).

Environmental issues, as well as traditional factors such as cost and time, should be included in LCC calculations. Therefore, methods should be identified to evaluate and rank environmental consequences of different activities. These evaluations can provide the basis for environmental planning and integrating environmental issues with decision making.

B.3 Warranty costs

Warranties provide protection to the customers, insulating them from the cost of correcting item failures, in particular during the early stages of item operations. The cost of warranties is usually borne by the suppliers and may be affected by reliability, maintainability and supportability characteristics of the item. Suppliers can exercise significant control over these characteristics during design, development and manufacturing stages thus influencing the warranty costs.

Warranties usually apply for a limited period of time and a number of conditions generally apply. Warranties rarely include protection against costs incurred by the customer due to item 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 that can be renewed for any period up to the complete item lifetime. In the latter case, the suppliers are motivated to build an optimum level of reliability and maintainability into their item, usually at higher acquisition costs.

B.4 Liability costs

A liability will arise where a supplier fails to comply with legal or contractual obligations.

The costs for a breach of the law may need to be considered as part of the LCC. This is especially important in the case of items that have a high potential to cause human injury and/or environmental damage, or for new items where risks involved may not be fully apparent and/or well understood. Risk analyses, together with past experience and expert judgement, may be used to provide an estimate of these costs.

Liability costs can include:

- criminal and civil penalties;
- civil damages;
- cost of repair, withdrawal or replacement of products;
- expenses incurred as a result of an actual or alleged breach such as legal fees, investigation costs and experts' fees;
- damage to reputation.

Liability costs can be mitigated by tasks such as the following which, where undertaken, will contribute to the LCC:

- adding safety features;
- additional training on the correct use of the product;
- insurance for defective products or services, product recall insurance and contract liability insurance.

Where these tasks are not undertaken their estimated costs may nevertheless be relevant in an estimation of LCC.

Depending on the nature of the organization some or all of these costs may have been included under other aspects of the LCC.

For guidance on risk assessment, see IEC/ISO 31010 [9] and for risk related to projects, see: IEC 62198 [5].

B.5 Opportunity costs, discounting, inflation and taxation

B.5.1 General

The effects of discounting, escalating, opportunity costs, inflation, taxation and exchange rate are referred to in Annex C, where these and other methods and analysis techniques are discussed in more detail.

B.5.2 Opportunity costs

In order to improve an item, 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 realize that these resources represent funds that could, at least in theory, be used for other activities of the company for example other development projects. 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 life cycle cost analysis should take account of the lost opportunity cost when considering the benefits of improved dependability or other similar improvements (see IEC 61014 [6]).

B.5.3 Taxation

Taxes and subsidies (including grants and tax expenditures) can affect relative prices. Market prices that include them may not, for this and other reasons, accurately reflect opportunity cost or benefit. In life cycle cost analysis, the adjustment of market prices for taxation is appropriate only where the adjustment may make a material difference. This is a matter for case-by-case judgement, but it may be important to adjust for 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.

It is usually desirable to exclude most indirect taxes. “Value added” type taxes (e.g. VAT) in particular should be examined to determine whether or not their inclusion is relevant to the analysis. Such taxes should be deducted from the market prices of inputs and outputs and thus excluded from the cost calculations. No such adjustment should be made for direct taxes, such as income and corporation taxes, nor for import tariffs or property taxes. Direct taxes, import tariffs and rates should normally be treated like any other costs and included in the normal way.

B.5.4 Exchange rate

The exchange rate is the price at which one currency is exchanged for another currency. This rate will change depending on supply and demand conditions for the relevant currencies in the market. The exchange rate should be considered when items or services are bought from, or sold to, different countries and in different currencies. The terms of the contract may define where the risk associated with exchange fluctuation lies.

B.5.5 Generally accepted accounting principles

Generally accepted accounting principles (GAAP) is a term used to refer to the standard framework of guidelines for financial accounting used in any given jurisdiction; they are generally known as accounting standards. GAAP include the standards, conventions and rules accountants follow in recording and summarizing transactions and in the preparation of financial statements.

An alternative to GAAP are the international financial reporting standards (IFRS), which are principles-based standards, interpretations and framework adopted by the International Accounting Standards Board (IASB), and may be more appropriate for some LCC analyses.

Annex C (informative)

Application of financial evaluation techniques

C.1 General

Life cycle costing can usefully be applied to a number of financial evaluation techniques. The following financial techniques would be expected to apply life cycle costing outcomes.

C.2 Discounted cash flow (DCF)

The use of discounting of cash flow is a fundamental principle that is widely applied to investment appraisal. The purpose of DCF analysis is to determine the net present value (NPV) of different future cost flow streams. The sensitivity of discounted cash flow analysis to inflation risk should be understood before relying upon this analysis.

C.3 Internal rate of return (IRR)

Internal rate of return may be used in an investment appraisal to determine whether a prospective investment is viable. If the calculated IRR is greater than an investor's required rate of return, then the investment opportunity is deemed to be profitable.

The IRR is a special case of DCF analysis, where the percentage return of profit on the investment is calculated based upon a net present value of zero. This implies a "break-even" case, whereby the discounted future cash flows balance each other out, providing a minimum rate that has to be met or exceeded. If, for example, a company requires a return of 12% for a new project to be worth investing in, then the calculated IRR has to be at least 12%.

C.4 Depreciation and amortization

Depreciation and amortization are known as non-cash charges, as the company is not actually spending any money on them. It is usually sensible to ignore them for LCC purposes as they tend to mask the sensitivities of a company's operating cash flow analysis comparisons.

Depreciation is an accounting convention for tax purposes that allows companies to get a benefit on capital expenditures as assets, such as computers, plant, machinery to account for their wear-out. There are usually set periods over which an asset may be depreciated before it is "written off" or scrapped and replaced.

Amortization is similar to depreciation, which is used for tangible assets, and to depletion, which is used with natural resources. Amortization roughly matches an asset's expense with the revenue it generates.

C.5 Cost-benefit analysis

Given a series of LCC options, a method has to be used to identify the effectiveness of each option in meeting the specified requirements. This is normally achieved with a cost-benefit analysis. It expresses the result of a trade-off analysis which identifies the most cost-effective solution of those available (often referred to as achieving the greatest "bang-per-buck").

There is a real risk in accepting the cheapest LCC option without considering how many of the requirements have been sacrificed in comparison with other, more expensive options.

Common factors used for LCC trade-off are:

- operational availability;
- intrinsic availability;
- spares cost;
- manpower cost;
- probability of mission success.

Comparison of options against similar evaluation criteria may significantly change the order of preference of the options.

C.6 Time value of money

The time value of money is one of the fundamental concepts of financial theory. It is a very simple idea: a given amount of money is currently worth more than the certainty of receiving the same amount of money at some time in the future. Furthermore, a given amount of money to be received at a given future date is worth more than the same amount of money to be received at a date further in the future.

Money received now can be invested and, using compound interest calculation, the present value of the investment can be calculated.

Instead of calculating interest year-by-year, it would be simple to see the future value of an investment using a compound interest formula. The formula for compound interest is:

$$P_V = P_S(1 + R)^n$$

where:

P_V is the value at the end of n years;

P_S is the value at start of investment;

R is the interest rate (0,0 to 1,0);

n is the number of years of investment.

For example, if 5 % compounded interest is received on CU 100, the value after five years is calculated as:

$$P_V = \text{CU } 100(1,05)^5$$

which is CU 127,63.

Annex D

(informative)

Cost breakdown structures by life cycle stage

D.1 General

Each stage of a system life cycle includes activities that contribute to its LCC. Annex D provides a list of typical activities in each stage for which the costs can be identified. Costs for additional activities specifically associated with the item under study should be identified at the time the analysis is conducted, if required.

D.2 Life cycle stage cost element

D.2.1 General

The stages of a system life cycle are defined in IEC 60300-1:2014 [1], Annex B. Each of these stages are briefly described and a set of potential cost elements listed using ISO/IEC/IEEE 15288 [7] as a guide to life cycle processes, activities and tasks.

D.2.2 Concept

Concept costs are attributed to various activities conducted to ensure a feasible design or purchasing solution is identified from broad technical specifications of the system under consideration. These costs typically include:

- market research;
- project management;
- system concept and preliminary design analysis;
- feasibility verification;
- preparation of a functional specification of the system.

D.2.3 Development

Development costs involve firstly the purchase or build decision, then translate the functional specification into desired systems which achieve demonstrable compliance to those specification requirements. These costs typically include:

- project management;
- system and design engineering including reliability, maintainability and supportability considerations;
- procurement and associated contracting functions for “buy” solution;
- design documentation;
- prototype fabrication;
- software and hardware development;
- testing and evaluation;
- productivity engineering and planning;
- vendor selection;
- demonstration and validation of prototypes;
- risk management;
- quality management;

- configuration management.

D.2.4 Realization

This stage implements purchase or build decisions for the acquisition, and/or manufacturing of the final item and its components. Build or purchase costs are allocated to the required number of systems or provide a specified service on a continuous basis. The activities (costs) in this stage are subdivided between those that are non-recurring and those that recur with each item or service provided. These costs are subject to the purchase or build decision and include transitioning from production to operation. The following costs are typically included.

a) Non-recurring:

- industrial engineering and operations analysis;
- construction of facilities;
- production tooling and test equipment;
- special support and test equipment;
- initial spares and repair parts;
- initial training;
- documentation;
- software;
- testing (qualification testing).

b) Recurring:

- production management and engineering;
- facility maintenance;
- fabrication (labour, materials and the like);
- quality control and inspection;
- assembly;
- installation and checkout;
- packaging, storage, shipping and transportation;
- ongoing training;
- insurance.

NOTE The allocation of cost to recurring or non-recurring will be dependent upon the perspective of the organization performing the analysis (e.g. manufacturer or user).

D.2.5 Utilization

This stage begins with the completion of the transitioning activities from production and includes costs of operation, maintenance and resourcing of systems to achieve their design intent. Costs also include the operation and maintenance of any associated support equipment over the expected utilization stage of the system. The following costs are typically included.

a) Operation:

- personnel and their training;
- operational process materials and consumables;
- energy (e.g. power or fuel);
- support equipment (e.g. simulators) and facilities;
- configuration changes.

b) Maintenance:

- personnel and their training;
- support equipment/plant and facilities;
- contracted services;
- spares and material.

c) General resourcing:

- IT support and related information management;
- warehousing facilities;
- packaging, handling, storage and transportation (logistics).

d) Support services:

- corporate services;
- administrative support;
- insurance and certification.

D.2.6 Enhancement

The enhancement stage may be separate, or parallel, to the utilization stage. This stage involves improvement to system performance often with added features to meet growing user demands, extend operating life or address obsolescence and may include:

- hardware and software update/upgrades;
- collection and analysis of data specifically related to verifying capability of existing systems and their support regimes;
- process and system performance assessment;
- evolution of maintenance and operations plans;
- modifications of systems to achieve changing requirements and more certain data.

D.2.7 Retirement

This category includes the costs of removing older or redundant versions of systems from service and their eventual disposal. In some service industries, such as the chemical and nuclear industries, the disposal of systems can become a significant cost factor and may incur substantial penalties. These costs typically include:

- isolation and storage management;
- disassembly and preparation for transport;
- recycling and/or stabilization actions;
- passivation and permanent storage/dispersion.

In addition, benefits (i.e. negative cost, or income) may result from:

- reclamation/recycling;
- sale;
- re-deployment.

D.3 Cost element explanation**D.3.1 General**

The cost elements listed in Clause D.2 typically include a variety of activities or sources of cost and are described in the following subclauses.

D.3.2 Project management

This includes costs for management functions to accomplish overall project objectives during any stage of the life cycle. Examples of these activities are: configuration management, quality management, cost/schedule management, data management, contract management, liaison and item support management.

D.3.3 Engineering

The engineering costs include direct labour, materials, overhead and other direct costs associated with the design and development activities. This also includes costs of the item's engineering and integration, design engineering and design support.

D.3.4 Producibility engineering and planning

These costs are associated with the planning and engineering required to ensure the timely and cost-effective economic producibility of the item prior to release for production. It includes the efforts required to study the producibility of the item as well as the development of the production process. These costs can recur if there is a change in contractor, design or production processes.

D.3.5 Manufacturing

Fabrication costs include direct costs for labour, materials and overhead associated with material acquisition and handling, tooling and test equipment in support of production, fabrication, assembly, integration and testing.

D.3.6 Facilities

The facility costs include those for plant construction, maintenance and modernization, and tooling for the production.

D.3.7 Support and test equipment

Support and test equipment costs include those for standard and unique equipment and tools required to maintain and care for any portion of or the entire item.

D.3.8 Initial training

Costs are incurred to ensure that properly trained personnel are available to operate and maintain the item when it arrives in the field, including the training of instructors.

D.3.9 Initial spares and repair parts

The initial, one time, costs for items to be used to operate and maintain the item during the initial period of service are included.

D.3.10 Consumables

Consumables are the costs of materials consumed in the operation and support of the item. Examples include paper, lubricants, fuel and cleaning materials.

D.3.11 Contractor services

The contractor services costs included are those costs for assistance, advice, instruction, training, operation and maintenance provided by separate contract.

Annex E (informative)

Evaluating intangibles

E.1 General

Many item design decisions require consideration of future impacts that are not readily quantified in financial terms and therefore intangible in nature. Such future events are of increasing importance as society focuses on long-term impacts such as adverse environmental or heritage outcomes that affect quality of life or cultural integrity that is not immediately measurable.

The inclusion of these future intangible impacts, as quantified financial measures, may shift the balance of benefits and detriments of differing design solutions. Use of separate tangible and intangible outcomes in assessments will not provide the common baseline necessary for quantified risk assessment, and/or associated trade-off studies, that would integrate all potential outcomes from a particular endeavour.

Establishing a common measurement baseline for all inputs into an LCC effort requires that intangibles be valued to an agreed level of accuracy. A number of methods exist that can convert a seemingly indefinable intangible, such as loss of amenity or heritage value, into a financial value with sufficient accuracy to justify inclusion in an LCC programme.

Community health and safety issues are inextricably linked with national and international legal and political agendas. As outputs from a life cycle cost analysis may be subject to interpretation by others, care should be taken to remove the opportunity for misinterpretation or misuse.

E.2 Intangibles

Intangibles are often defined as an asset, benefit or detriment of a value that is difficult to measure precisely. The following are examples of intangibles.

- Community loss of amenity or access to free recreational facilities through pollution of public waterways or parks with contaminants such as sewerage or effluent.
- Organizations' or individuals' loss of value through damage to public image from adverse events impacting a community's health or well-being.
- Environmental damage which may be permanent or reversible only with the lengthy passage of time.
- Loss of market share.
- Loss of organizational image in a market.
- Lost revenues associated with failure to penetrate new markets.
- Intellectual property.

The application of intangibles in LCC assessments requires satisfaction of two criteria (adapted from IAS 38 [8]):

- it is probable that the future benefits (or detriments) attributable to an event (such as a failure mode) will occur, and
- the value of that benefit or detriment attributable to an event can be reliably measured.

E.3 Valuing methods

The IAS 38 [8] provides a formal description of valuing methods for a variety of intangible assets deemed as being financial assets of an organization. Valuing the loss of such assets is readily sourced from an organization's accounting function.

However, many intangible impacts resulting from system failures lie outside the coverage of IAS 38. The following are alternative methods for valuing future adverse impacts of system failures that have no established market to determine cost.

- 'Revealed willingness to pay': representing the assignment of value to outcomes that form an assessment based on actual or experimental market data.
- 'Direct stated preference to pay': based on an opinion survey; examples are "expert judgement", "Delphi techniques" or stakeholder surveys.
- 'Indirect stated preference to pay': such as "Choice Modelling" which is based on random utility theory requiring significant volumes of data to ensure an acceptable level of "certainty". The approach requires responses to question or choice sets containing the status quo as a reference point.
- 'Direct survey': where stakeholders are directly questioned to elicit a result. An example of this approach is stakeholder proxy consensus. This is a method which uses a question framed by a facilitator in a manner that allows the majority of those involved to readily achieve a yes/no (Y/N) response to a progressively narrowing range band. The range band is usually framed as a comparative question requiring gradual reduction of an originally wide selection. For example, where an acceptable cost to achieve an outcome is to be identified, the questions may start with: "Is the outcome worth spending CU 100 to achieve?" (Y/N) and "Is the outcome worth spending CU 10 000 000 to achieve?" (Y/N). Assuming that the first question results in "Yes" and second in "No", the lower and upper values are then brought closer (e.g. CU 1 000 and CU 1 000 000) and the questions re-posed. This is repeated until a sufficiently narrow acceptable band or specific value has been agreed.

Such approaches should always be applied with care as personal bias can skew outcomes.

Annex F (informative)

Methods for estimating cost elements

F.1 General

The most appropriate method for cost estimating will depend upon the stage in the item life cycle at which the estimate is being made and the level of detail required. Figure F.1 provides a general indication of when each method may be appropriate, but selection should be part of the planning process.

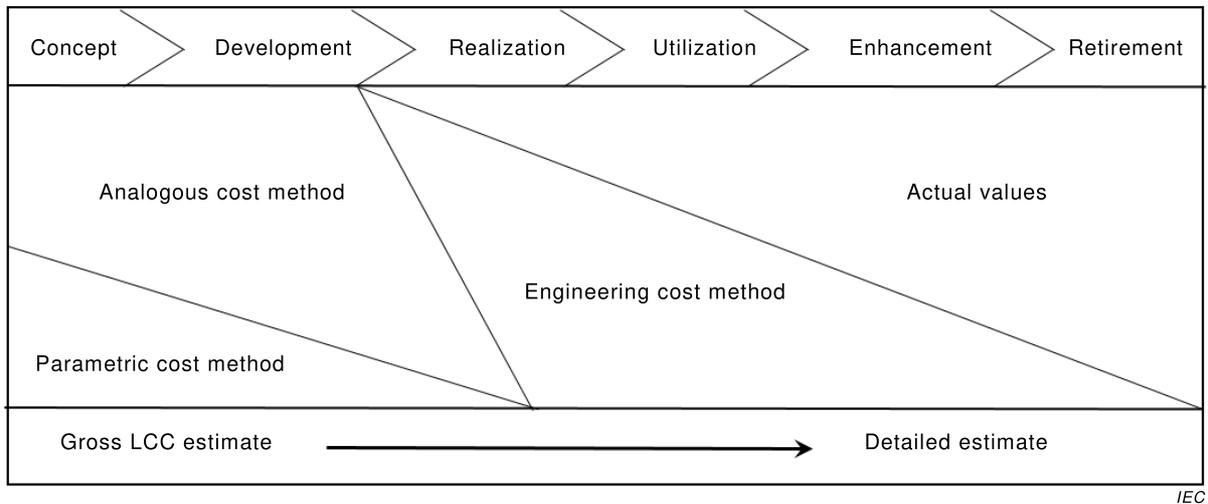


Figure F.1 – Potential sources of costs

Figure F.1 indicates that during the concept stage the costs can only be estimated by analysis based on similar items and assumed relationships between cost elements. As the design develops it becomes possible to refine estimates by calculations based on specific items included in the design until ultimately it is possible to base all costs on actual values.

F.2 Parametric cost method

The parametric cost method uses significant parameters and variables to develop cost element relationships that are, usually, in the form of equations. A parameter in cost element relationships reflects a conversion factor from one system of units to another. It may be a price or an empirically derived ratio. For example, labour costs for steel construction may be calculated by using a ratio of tonnes of steel to labour hours.

An example of the parametric cost method used for a calculation of active corrective maintenance cost for a subsystem P₁₄, is given in Figure F.2.

NOTE Active corrective maintenance time is defined in IEC 60050-192:2015, 192-07-10 [10].

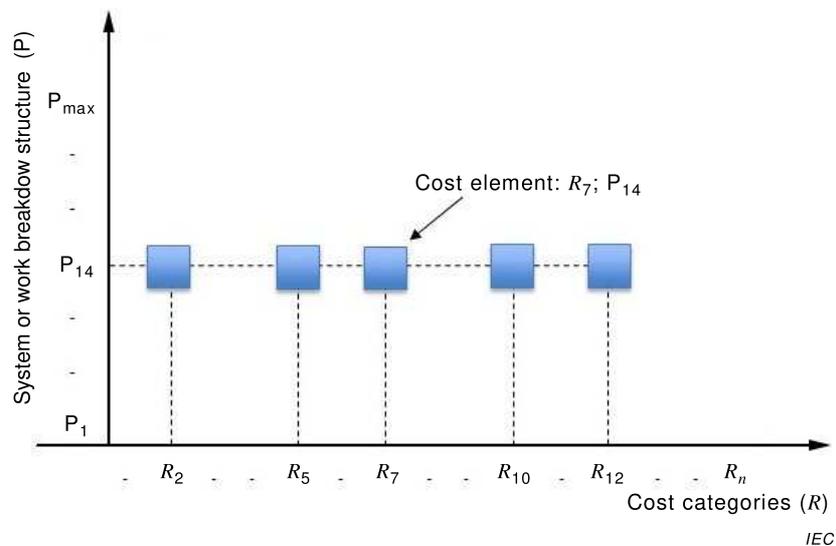


Figure F.2 – Example of cost elements used in a parametric cost analysis

In Figure F.2:

- R_2 is the investment cost in test equipment, workshop (non-recurring);
- R_5 is the investment cost in spares, workshop (non-recurring);
- R_7 is the labour cost, site (annual, recurring);
- R_{10} is the labour cost, workshop (annual, recurring);
- R_{12} is the spares consumption cost, workshop (annual, recurring);
- P_{14} is subsystem P_{14} .

Other cost categories are not relevant to subsystem P_{14} .

The cost of active corrective maintenance for subsystem P_{14} for a 10 year period (ignoring the effects of inflation, etc.) is calculated as:

$$\text{Cost}(R_2; P_{14}) + \text{Cost}(R_5; P_{14}) + \{\text{Cost}(R_7; P_{14}) + \text{Cost}(R_{10}; P_{14}) + \text{Cost}(R_{12}; P_{14})\} \times 10$$

where, for example, the cost related to element $(R_7; P_{14})$ is calculated as follows:

$\text{Cost}(R_7; P_{14})$ is the labour cost, active corrective maintenance at site for sub-system P_{14}

$$\text{Cost}(R_7; P_{14}) = QP_{14} \times ZP_{14} \times CL \times n \times \text{MRT cost/year}$$

where:

- QP_{14} is the quantity or number of items;
- ZP_{14} is the expected number of failures/year for subsystem P_{14} ;
- CL is the labour cost/hour;
- n is the number of persons required to carry out the repair;
- MRT is the mean repair time in hours/action.

Assume:

- $QP_{14} = \text{one item/system}$;
- $ZP_{14} = 0,3 \text{ failures/year}$;
- $CL = \text{CU } 50/\text{h}$;
- $n = \text{one person}$;

- MRT = 2,4 h/action;

then:

$$\text{Cost}(R_7;P_{14}) = 1 \times 0,3 \times 50 \times 1 \times 2,4 = \text{CU } 36/\text{year}.$$

To calculate the labour cost over 10 years, the result should be multiplied by 10 (ignoring the effects of inflation, etc.).

If different factors, for instance inflation or discounting, are to be taken into account, this could be included in the estimation of cost related to each element or at a higher cost element level in the LCC model. Other costs are calculated in a similar way, for example $\text{Cost}(R_{10}; P_{14})$.

F.3 Analogous cost method

In this method, cost estimations based on experience from a similar item or technology are used. Historical data, updated to reflect cost escalation, effects of technology advances, etc. are utilized. This technique may be one of the least complex and least time-consuming methods. It is easily applied to components of the item for which there is some experience and actual data.

The analogous cost method can be illustrated by the following example where an estimate of the cost for parts and materials for a power supply, using experience from an older power unit, is used with the following information.

- Item: power supply.
- Life cycle stage: manufacturing stage.
- Cost category: parts and materials.

For a somewhat less complex power supply produced four years previously, the cost for parts and materials was CU 220. Overall cost escalation over four years is taken to be 5 %.

The cost for additional parts will be approximately CU 50.

Therefore, cost for parts and materials for the new power supply unit is estimated to be:

Cost of parts and material for the old unit multiplied by (1 + 0,05) plus the cost for additional parts:

$$\text{Cost} = 220 \times 1,05 + 50 = \text{CU } 281.$$

F.4 Engineering cost method

When using the engineering cost method, the cost attributes for the particular cost elements are directly estimated by examining the item component by component or part by part. Often, standard established cost factors, for example the current engineering and manufacturing estimates, are used to develop the cost of each element and its relationship to other elements. Older estimates available may be updated to the present time by the use of appropriate factors, for example annual discounting and escalation factors.

The engineering cost method can be illustrated by the following example concerning the cost related to a recurring cost element.

The labour cost for the manufacture of a power supply is to be estimated and the following information is given.

- Item: power supply.
- Life cycle stage: manufacturing stage.
- Cost category: parts and materials.

According to detailed assessment of manufacturing steps provided by the manufacturing department, the time consumption for the production of one unit of the particular power supply is 38,80 person hours. If the labour cost is CU 54,50/person hours, for the production of one unit:

Total labour cost = $38,80 \times 54,50 = \text{CU } 2\,114,60$.

Annex G (informative)

Example of LCC comparison

G.1 General

The following simplified example show how LCC can be used to choose between different configurations and operating procedures for a system.

The cost figures are just to illustrate the method but the stated values are possible in practice.

G.2 Simple example of LCC comparison

G.2.1 General

An LCC calculation is required for four possible configurations and operating procedures, to cover a 10 year period of operation equal to 72 000 operating hours.

The system under study requires the equivalent of five standard pumps operating at 100 % capacity for the system to achieve its intended output.

The following general assumptions are made (1 kCU is 1 000 currency units (CU)):

- the cost of one pump including installation is assumed to be kCU 20;
- preventive maintenance of a pump takes two hours per year and does not affect production;
- the pump has a Weibull distributed lifetime with a beta of 2,0 and a characteristic life (η) of 20 000 hours;
- a repair of a pump costs kCU 10 in spare parts and eight hours for the repair crew (costing CU 500/h);
- each pump uses 2 kW of electricity when operating at 100 % load and 1,34 kW at 50 % load;
- the cost of 1 kWh is CU 70;
- the cost of lost production is kCU 20/h;
- interest rate and inflation is not taken into account.

The possible configurations and operating procedures are described in the following subclauses.

G.2.2 Configuration option 1

In this option five pumps are installed and hence operate without redundancy. During a repair the whole system cannot operate.

G.2.3 Configuration option 2

In this option 10 pumps are installed with hot redundancy, i.e. each pump only delivers 50 % of the flow but can deliver 100 % if the second pump fails.

G.2.4 Configuration option 3

In this option 10 pumps are installed with cold redundancy. In this case a monitoring system will start up the back-up pump if the primary pump fails. It is assumed that a non-operating

pump only has a failure rate of 10 % of an operating pump. The monitoring system costs kCU 10 , uses kCU 0,2 of electricity per year and has a reliability of 0,90.

G.2.5 Configuration option 4

In this option six pumps are installed with five in operation and one non-operating pump. In the case where one of the five primary pumps fails, the spare pump has to be manually started and connected to the piping of the failed pump. This is assumed to take 15 min. Extra valves and pipes cost kCU 50. It is assumed that the system is continuously monitored by an operator.

G.2.6 LCC calculation

Table G.1 shows a summary of the LCC calculations. In producing this calculation the following production down times were calculated:

- option 1: 32 h;
- option 2: < 0,1 h;
- option 3: 3,2 h;
- option 4: 1 h.

It can be seen from Table G.1 that option 4 gives the lowest operating costs over the 10 year period although option 1 has the lowest equipment and installation costs.

Table G.1 – Summary of LCC comparison

Cost element	Option 1 cost (kCU)	Option 2 cost (kCU)	Option 3 cost (kCU)	Option 4 cost (kCU)
Equipment and installations	100	200	210	150
Spare parts	40	80	44	41
Preventive maintenance	50	100	100	60
Corrective maintenance	16	32	17,6	16,4
Lost production	640	≈ 0	64	20
Operating costs (El. power)	50,4	67,5	52,4	50,4
Total LCC	896,4	479,5	488	337,8

Bibliography

- [1] IEC 60300-1:2014, *Dependability management – Part 1: Guidance for management and application*
 - [2] IEC 62402, *Obsolescence management – Application guide*
 - [3] Saaty, Thomas L.. "*Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/Network Process*". Review of the Royal Academy of Exact, Physical and Natural Sciences, Series A: Mathematics (RACSAM), (June 2008), 102 (2): 251–318.
 - [4] IEC 62508, *Guidance on human aspects of dependability*
 - [5] IEC 62198, *Managing risk in projects – Application guidelines*
 - [6] IEC 61014, *Programmes for reliability growth*
 - [7] ISO/IEC/IEEE 15288, *Systems and software engineering – System life cycle processes*
 - [8] IAS 38, *Intangible Assets*
 - [9] IEC/ISO 31010, *Risk management – Risk assessment techniques*
 - [10] IEC 60050-192:2015, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 192: Dependability* (available at <http://www.electropedia.org>)
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	49
INTRODUCTION.....	51
1 Domaine d'application	52
2 Références normatives	52
3 Termes, définitions et termes abrégés	52
3.1 Termes et définitions	52
3.2 Termes abrégés.....	55
4 Concepts de l'évaluation du coût du cycle de vie	55
4.1 Objectifs de l'évaluation du coût du cycle de vie	55
4.2 Application de l'évaluation du coût du cycle de vie.....	56
4.3 Facteurs ayant une influence sur le CCV	57
4.4 Facteurs liés à la sûreté de fonctionnement	58
5 Processus d'évaluation du coût du cycle de vie	58
5.1 Généralités	58
5.2 Etablir le contexte organisationnel	59
5.2.1 Elaborer le contexte.....	59
5.2.2 Identifier des alternatives.....	61
5.3 Planifier l'analyse.....	61
5.3.1 Définir le domaine d'application et les objectifs de l'analyse	61
5.3.2 Définir les tâches de l'analyse et identifier le personnel impliqué.....	62
5.3.3 Identifier les contraintes	62
5.3.4 Identifier les paramètres financiers pertinents.....	62
5.4 Définir l'approche d'analyse	63
5.4.1 Etablir des règles/une méthodologie	63
5.4.2 Sélectionner ou développer le modèle de CCV	63
5.4.3 Définir la structure de décomposition du coût	64
5.4.4 Identifier les zones d'incertitude	66
5.5 Effectuer l'analyse	66
5.5.1 Etablir les méthodes d'estimation des éléments de coût	66
5.5.2 Collecter les données de coût.....	67
5.5.3 Ajouter le coût par entité pour chaque étape ou période	67
5.5.4 Effectuer l'analyse du CCV et l'analyse de sensibilité	67
5.5.5 Examen de l'analyse.....	68
5.5.6 Evaluer la réalisation des objectifs de l'analyse	68
6 Finaliser l'analyse.....	68
6.1 Identifier des actions de suivi.....	68
6.2 Documenter l'analyse.....	69
Annexe A (informative) Coût du cycle de vie et cycle de vie.....	70
A.1 Généralités	70
A.2 Analyses types du CCV.....	71
A.3 Coûts engagés et coûts réels.....	71
Annexe B (informative) Concepts financiers.....	73
B.1 Généralités	73
B.2 Coûts des conséquences	73
B.3 Coûts de garantie	74
B.4 Coûts de responsabilité (civile)	74

B.5	Coûts d'opportunité, actualisations, inflation et taxes	75
B.5.1	Généralités	75
B.5.2	Coûts d'opportunité	75
B.5.3	Taxes	75
B.5.4	Taux de change	75
B.5.5	Principes comptables généralement acceptés	75
Annexe C (informative)	Application des techniques d'évaluation financière	77
C.1	Généralités	77
C.2	Actualisation de trésorerie	77
C.3	Retour sur investissement	77
C.4	Dépréciation et amortissement	77
C.5	Analyse coût-avantage	78
C.6	Valeur temporelle de l'argent	78
Annexe D (informative)	Structures de décomposition du coût par étape du cycle de vie	79
D.1	Généralités	79
D.2	Élément de coût d'une étape du cycle de vie	79
D.2.1	Généralités	79
D.2.2	Concept	79
D.2.3	Développement	79
D.2.4	Réalisation	80
D.2.5	Utilisation	80
D.2.6	Amélioration	81
D.2.7	Retrait	81
D.3	Explication de l'élément de coût	82
D.3.1	Généralités	82
D.3.2	Gestion de projet	82
D.3.3	Ingénierie	82
D.3.4	Ingénierie de productibilité et planification	82
D.3.5	Fabrication	82
D.3.6	Installations	82
D.3.7	Équipement d'essai et de soutien	82
D.3.8	Formation initiale	82
D.3.9	Pièces de rechange et kits de réparation	82
D.3.10	Consommables	83
D.3.11	Prestataires de services	83
Annexe E (informative)	Évaluation des intangibles	84
E.1	Généralités	84
E.2	Intangibles	84
E.3	Méthodes d'estimation	85
Annexe F (informative)	Méthodes d'estimation des éléments de coût	86
F.1	Généralités	86
F.2	Méthode de coût paramétrique	86
F.3	Méthode de coût par analogie	88
F.4	Méthode de coût d'ingénierie	88
Annexe G (informative)	Exemple de comparaison de CCV	90
G.1	Généralités	90
G.2	Exemple simple de comparaison de CCV	90
G.2.1	Généralités	90

G.2.2	Option de configuration 1.....	90
G.2.3	Option de configuration 2.....	90
G.2.4	Option de configuration 3.....	91
G.2.5	Option de configuration 4.....	91
G.2.6	Calcul du CCV	91
Bibliographie.....		92
Figure 1 – Processus d’évaluation du coût du cycle de vie.....		60
Figure 2 – Notion de structure de décomposition du coût		65
Figure A.1 – Analyses types pendant le cycle de vie.....		71
Figure A.2 – Exemple de coûts engagés et de coûts réels		72
Figure F.1 – Sources potentielles de coûts		86
Figure F.2 – Exemple d’éléments de coût utilisés dans une analyse de coût paramétrique		87
Tableau G.1 – Résumé des comparaisons de CCV		91

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3-3: Guide d'application – Évaluation du coût du cycle de vie

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60300-3-3 a été établie par le comité d'études 56 de l'IEC: Sûreté de fonctionnement.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2004. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) ajout d'un processus d'analyse complet;
- b) référence accrue aux pratiques comptables internationales;
- c) examen plus approfondi des concepts financiers.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/1713/FDIS	56/1720/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60300, publiées sous le titre général *Gestion de la sûreté de fonctionnement*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

L'évaluation du coût du cycle de vie est le procédé d'analyse économique pour déterminer le coût d'une entité sur une partie ou la totalité de son cycle de vie en vue de prendre des décisions qui réduisent le plus possible le coût total de la propriété et répondent aux exigences des parties prenantes. En général, une organisation peut seulement être capable, ou avoir besoin, d'évaluer le coût d'une partie de la vie totale d'une entité. Au cours de la vie d'une entité quelconque, des décisions impliquant un compromis entre les coûts réels et les coûts futurs sont nécessaires. L'obtention de ce compromis est facilitée par la définition des implications à court et long termes des décisions relatives aux dépenses envisageables.

Le présent document est principalement utilisé pour comparer une solution de système alternative à une autre où les futurs coûts de propriété comprenant la maintenance, l'exploitation, l'amélioration et la mise au rebut sont importants et doivent être équilibrés au regard du coût d'acquisition et du risque résiduel non reconnu de la propriété. Un tel équilibre est obtenu au moyen d'évaluations techniques et monétaires qui tiennent compte des conséquences variées de disponibilité, fiabilité, maintenabilité et supportabilité. L'évaluation du coût du cycle de vie peut également fournir des données essentielles à l'élaboration des estimations budgétaires.

Le présent document vise en outre à guider ceux qui peuvent être tenus de préciser, commander et gérer de telles activités lorsqu'elles sont entreprises par d'autres.

La valeur maximale dérivée de l'évaluation du coût du cycle de vie est obtenue très tôt dans la vie d'une entité lorsque plusieurs options de configuration sont possibles et lorsque l'influence sur les coûts futurs est la plus forte. Des études ont démontré que les coûts du cycle de vie sont essentiellement engagés et que la possibilité d'un changement abordable diminue progressivement à mesure que la conception détaillée de l'entité est abordée.

L'évaluation du coût du cycle de vie comprend uniquement les éléments de dépense, qui peuvent être tangibles ou intangibles; les revenus ou les résultats de valeur ne sont pas inclus. Les coûts comprennent toutes les dépenses futures attendues, y compris l'allocation financière pour le risque résiduel. Les résultats de valeur, tels que les revenus, sont analysés dans l'analyse ultérieure des compromis financiers ou économiques appliquant les résultats de l'analyse de l'évaluation du coût du cycle de vie.

Les résultats de l'analyse sont souvent exprimés sous la forme d'un chiffre unique représentant toutes les dépenses futures à un moment donné. L'analyse peut également être présentée sous la forme d'un futur profil de coût excluant la valeur temporelle de l'argent. Toutefois, dans la mesure où les coûts futurs sont incertains dans les deux approches, l'analyse peut aussi être présentée au moyen d'une loi de probabilité pour souligner toute sensibilité éventuelle du résultat à cette incertitude.

Lors de l'évaluation des impacts des options envisageables, les analystes peuvent avoir besoin d'estimer les résultats intangibles, tels que l'exposition en termes de sécurité, la perte d'infrastructures d'utilité publique ou l'atteinte à l'image de marque. L'utilisation de classements à attributs multiples ou de matrices semi-quantitatives n'est pas applicable pour l'évaluation de ces impacts, car le résultat des coûts dérivé de l'évaluation du coût du cycle de vie, à savoir le coût du cycle de vie (CCV) est quantitatif. De nombreuses techniques quantitatives, telles que le «consentement à payer» ou la «modélisation du choix» ont été développées et elles sont souvent appliquées en vue de s'assurer que toutes les conséquences directes sont incluses dans l'analyse.

L'approche définie dans le présent document reconnaît l'application de l'évaluation du coût du cycle de vie depuis plusieurs décennies dans différents secteurs, certains ayant développé leur propre ensemble de conditions et langage. Une organisation peut adapter les conditions utilisées dans le présent document à son contexte d'utilisation pour veiller à ce que l'intention du présent document soit respectée.

GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

Partie 3-3: Guide d'application – Évaluation du coût du cycle de vie

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60300 fournit une introduction générale au concept de l'évaluation du coût du cycle de vie et couvre toutes les applications. Bien que les coûts du cycle de vie consistent en la contribution de plusieurs éléments, le présent document met particulièrement l'accent sur les coûts associés à la sûreté de fonctionnement d'une entité. Cela fait partie d'un programme global de gestion de la sûreté de fonctionnement comme décrit dans l'IEC 60300-1 [1]¹.

Des lignes directrices relatives à l'évaluation du coût du cycle de vie sont fournies à l'intention des directeurs, des ingénieurs, du personnel des finances et des maîtres d'œuvre; elles visent également à aider ceux qui peuvent être tenus de préciser et commander de telles activités lorsqu'elles sont entreprises par d'autres.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

coût d'acquisition

coût initial de développement et de fabrication d'une entité en vue de son utilisation et de sa mise en service

3.1.2

amortissement

acquittement d'une dette suivant un calendrier de remboursement fixe et des versements réguliers sur une période donnée

Note 1 à l'article: L'amortissement se définit également comme l'échelonnement des dépenses en capital pour les immobilisations incorporelles sur une période donnée (généralement pendant la durée de vie utile de l'immobilisation) à des fins comptables et fiscales.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

3.1.3**date de base**

point fixe dans le temps déterminé comme référence de coût commun

3.1.4**structure de décomposition du coût**

structure des éléments de coût devant permettre une définition et une estimation claires

3.1.5**pilote de coût**

élément de coût ayant une influence très importante sur le coût du cycle de vie

3.1.6**élément de coût**

composant du coût du cycle de vie pour lequel les données de coût sont, ou peuvent être, collectés

3.1.7**dépréciation**

méthode consistant à répartir le coût d'un actif corporel sur sa durée de vie utile

3.1.8**taux d'actualisation**

facteur ou taux reflétant la valeur de l'argent à un moment donné, utilisé pour apprécier les flux financiers intervenant à des dates différentes à une date de base

3.1.9**entité intangible**

entité non monétaire identifiable sans substance physique

Note 1 à l'article: L'entité est séparable, c'est-à-dire qu'elle peut être séparée ou dissociée de l'entité et être vendue, transférée, concédée par licence, louée ou échangée, soit seule, soit accompagnée d'un contrat, d'un actif ou d'un passif.

Note 2 à l'article: L'entité résulte de droits contractuels ou d'autres droits légaux, que ces droits soient ou non cessibles ou séparables de l'entité ou d'autres droits et obligations.

Note 3 à l'article: Une entité intangible est reconnue si, et seulement si,

- il est probable que les avantages économiques futurs attribuables à l'actif iront à l'entité,
- le coût de cet actif peut être évalué de façon fiable.

[SOURCE: IAS 38]

3.1.10**entité**

sujet que l'on considère

Note 1 à l'article: L'entité peut être une pièce isolée, un composant, un dispositif, une unité fonctionnelle, un équipement, un sous-système ou un système.

Note 2 à l'article: L'entité peut être composée de matériel, de logiciel, de personnel ou d'une quelconque de leurs combinaisons.

Note 3 à l'article: L'entité est souvent composée d'éléments dont chacun peut être considéré individuellement. Voir sous-entité (192-01-02) et niveau dans l'arborescence (192-01-05) de l'IEC 60050-192:2015.

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-01-01, modifiée — Notes 4 et 5 supprimées]

3.1.11**coût de responsabilité**

coût associé au non-respect effectif ou présumé des obligations légales ou contractuelles

3.1.12

cycle de vie

suite des étapes identifiables que traverse une entité, de sa conception à sa mise au rebut

EXEMPLE Le cycle de vie classique d'un système comprend les étapes suivantes: faisabilité et définition, conception et développement, fabrication et mise en service, exploitation et maintenance, rénovation en cours de vie ou prolongation de la durée de vie, mise hors service et mise au rebut.

Note 1 à l'article: Les étapes identifiées varient en fonction de l'application.

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-01-09]

3.1.13

coût du cycle de vie

coût global

CCV

<d'une entité> coût cumulé d'une entité tout au long de son cycle de vie

Note 1 à l'article: Voir aussi évaluation du coût du cycle de vie (3.1.14).

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-01-10]

3.1.14

évaluation du coût du cycle de vie

évaluation du coût global

processus d'analyse économique consistant à évaluer le coût d'une entité sur l'ensemble ou une partie de son cycle de vie

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-11-11]

3.1.15

durée moyenne de fonctionnement avant défaillance

temps moyen avant défaillance

MTTF

espérance mathématique du temps de fonctionnement avant défaillance

Note 1 to entry: Dans le cas des entités non réparables avec une distribution exponentielle des temps de fonctionnement avant défaillance (c'est-à-dire avec un taux de défaillance constant), la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance est numériquement égale à l'inverse du taux de défaillance. Cela est également vrai pour les entités réparables si, après rétablissement, elles peuvent être considérées comme aussi bonnes que neuves.

Note 2 to entry: Voir aussi temps de fonctionnement avant défaillance (IEC 60050-192:2015, 192-05-01).

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-05-11]

3.1.16

moyenne des temps de bon fonctionnement

MTBF

MOTBF

espérance mathématique du temps de bon fonctionnement

Note 1 to entry: Il convient de n'appliquer la moyenne des temps de bon fonctionnement qu'aux entités réparables. Pour les entités non réparables, voir durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (3.1.15).

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-05-13]

3.1.17

coût de propriété

coût total lié à l'utilisation d'une entité comprenant tous les coûts d'exploitation et de maintenance jusqu'à la fin de son cycle de vie

3.1.18**valeur temporelle de l'argent**

mesurage de la différence entre les fonds futurs et la valeur actuelle des fonds

3.1.19**vie utile**

<d'une entité> intervalle de temps depuis la première utilisation jusqu'à ce que les besoins de l'utilisateur ne soient plus satisfaits à cause des coûts de fonctionnement et de maintenance ou pour obsolescence

Note 1 to entry: La première utilisation exclut, dans ce contexte, les essais préalables à la livraison de l'entité à l'utilisateur final.

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-02-27]

3.2 Termes abrégés

Terme abrégé	Définition	
	Français	Anglais
CBS	structure de décomposition du coût	cost breakdown structure
CU	unité monétaire	currency unit
DCF	actualisation de trésorerie	discounted cash flow
GAAP	principes comptables généralement acceptés	generally accepted accounting procedures
IASB	Conseil des normes comptables internationales	International Accounting Standards Board
IFSR	normes internationales d'information financière	international financial reporting standards
IRR	retour sur investissement	internal rate of return
kCU	1 000 unités monétaires (CU)	1 000 currency units (CU)
CCV	coût du cycle de vie	
ANR	analyse du niveau de réparation	
MTBF	moyenne des temps de bon fonctionnement	mean operational time between failures
MTTF	durée moyenne de fonctionnement avant défaillance	mean time to failure
NPV	valeur présente nette	net present value
TVA	taxe sur la valeur ajoutée	

4 Concepts de l'évaluation du coût du cycle de vie**4.1 Objectifs de l'évaluation du coût du cycle de vie**

L'objectif de l'évaluation du coût du cycle de vie est d'aider les décideurs à choisir les options de remplacement les plus appropriées à un moment quelconque du cycle de vie d'une entité. L'analyse du coût du cycle de vie apporte une valeur ajoutée seulement lorsqu'elle éclaire la prise de décision. Qu'un fournisseur ait l'intention de pénétrer un nouveau marché concurrentiel ou qu'un acheteur cherche à se procurer une nouvelle entité, l'évaluation du coût du cycle de vie peut fournir des informations et lignes directrices importantes permettant aux décideurs d'évaluer les options disponibles. Il convient que ces activités soient encadrées par un programme de gestion de la sûreté de fonctionnement, comme décrit dans l'IEC 60300-1 [1].

Dans le contexte du cycle de vie, les options peuvent être évaluées en fonction de leur coût relatif, échelle de temps, performance, sûreté de fonctionnement et autres considérations. Elles peuvent également être évaluées en termes de conception, en analysant par exemple les avantages des économies d'échelle obtenues grâce à des points communs dans la fabrication et la structure ou ceux d'un investissement éventuel dans un programme d'amélioration. Enfin, lorsqu'il n'existe pas ou peu d'options, l'analyse peut fournir des données essentielles à l'élaboration des estimations budgétaires pour l'étape d'utilisation ou orienter les décisions de faire (ou non) une offre pour une nouvelle tâche.

Lors de la définition des objectifs d'une analyse, il est important de décider s'il convient d'effectuer une analyse globale ou une analyse plus limitée. L'objet de l'évaluation du coût du cycle de vie peut porter sur l'évaluation des alternatives, la planification financière ou, comme c'est souvent le cas, sur les deux à la fois.

Lorsque l'analyse du coût du cycle de vie est utilisée pour la planification financière, la plage entière des coûts peut être à envisager. Une analyse détaillée permet généralement de réduire l'incertitude tout en optimisant l'exactitude des résultats. Elle requiert par ailleurs des données d'entrée exhaustives et exactes.

Si l'analyse a pour but d'évaluer les alternatives, seuls les éléments de coût se rapportant à la comparaison doivent être inclus. Une analyse comparative réduit généralement le nombre de données d'entrée nécessaires, mais elle abaisse également le niveau d'exactitude des résultats et ne fournit qu'un classement relatif des options.

L'analyse du coût du cycle de vie peut être avantageusement effectuée par un fournisseur, constructeur, département des ventes, expert de mise en service ou installateur. Elle peut également être réalisée par l'acheteur, l'utilisateur, l'exploitant, l'officier payeur, l'agent de maintenance ou l'expert de mise hors service. Il est important de bien comprendre la perception de l'autorité ou des autorités compétente(s) concernant cette analyse et de connaître précisément le but et les objectifs de cette dernière. Dans un souci de simplicité et compte tenu des différentes parties intéressées pouvant tirer profit de ces analyses, les parties concernées dans le présent document peuvent être divisées en deux catégories: fournisseurs et acheteurs.

4.2 Application de l'évaluation du coût du cycle de vie

Les méthodes décrites dans le présent document peuvent être appliquées tout au long du cycle de vie d'une entité pour prendre les décisions relatives aux compromis entre la performance, le coût et l'échéancier dans les applications suivantes:

- planification de projet;
- établissement du budget et financement;
- processus d'acquisition;
- études de faisabilité;
- développement de concepts;
- choix de solutions de conception alternatives;
- estimation de la durée résiduelle;
- comparaison entre l'acquisition d'un nouveau système et la remise à neuf d'un système existant.

Il est fondamental de comprendre le cycle de vie d'une entité et les activités effectuées au cours de chaque étape pour appliquer l'évaluation du coût du cycle de vie. Il est également essentiel de connaître précisément le rapport de ces activités à la performance, à la sécurité, à la sûreté de fonctionnement et aux autres caractéristiques contribuant aux coûts du cycle de vie. L'Annexe A décrit les principales étapes du cycle de vie et les aspects correspondants de l'évaluation du coût du cycle de vie.

Il est d'usage d'identifier les coûts associés à des étapes spécifiques du cycle de vie afin de garantir la pertinence des études de compromis vis-à-vis de ces étapes. Le nombre d'étapes examinées et le niveau de détail de leur analyse dépend de l'application, qu'il s'agisse de l'entité à l'étude ou du contexte d'analyse. Par conséquent, il convient que l'identification des étapes et de niveaux de détail appropriés fasse partie du plan d'analyse et puisse aboutir à plusieurs analyses.

Les décisions tiennent souvent compte du compromis entre dépenses à court terme et dépenses à long terme, par exemple:

- fiabilité de l'entité et coût actuel de la maintenance préventive et corrective;
- maintenabilité de l'entité, supportabilité et coût futur de la maintenance préventive et corrective;
- performance de l'entité et coût des opérations à venir, par exemple, isolation des bâtiments passifs et contrôle actif des températures.

Il convient de définir clairement la frontière de chaque étape du cycle de vie en vue de garantir une approche cohérente et l'obtention de résultats significatifs devant permettre d'atteindre les objectifs définis pour cette étape.

Les coûts du cycle de vie peuvent être divisés en deux catégories: ceux associés à l'acquisition de l'entité, puis ceux exigés pour exercer le droit de propriété. Au moment d'effectuer l'analyse du coût du cycle de vie, il est important de comprendre que les coûts sont généralement engagés ou déterminés pendant l'acquisition, même si les coûts réels ne sont générés que plus tard, pendant l'étape de propriété. Cela est représenté dans l'Annexe A.

L'évaluation du coût du cycle de vie comprend par exemple:

- l'évaluation globale des concepts d'exploitation alternatifs d'un système soumis à des transformations profondes;
- l'évaluation des technologies alternatives pendant la conception;
- l'évaluation des entités commerciales alternatives à se procurer dans un système au moyen d'études de compromis entre fiabilité, maintenabilité, supportabilité et coût;
- l'évaluation du coût des concepts de maintenance alternatifs et stratégies associées, appliqués dans le but d'atteindre les objectifs commerciaux;
- l'évaluation des compromis internes éventuels en vue de fournir un soutien intégré (personnel, pièces de rechange, formations, établissements, etc.) nécessaire pour atteindre une disponibilité rentable;
- l'évaluation des conséquences à moyen et long termes des changements sur les dépenses à court terme.

4.3 Facteurs ayant une influence sur le CCV

Les plus importantes répercussions sur le CCV peuvent être obtenues lors des premières étapes du cycle de vie, en particulier pendant les étapes de concept et de développement. Par conséquent, il convient que les pratiques conceptuelles reconnaissent que, une fois la conception établie, l'amélioration du CCV est plus de en plus difficile et coûteuse.

Les caractéristiques d'une entité sont déterminées pendant l'étape de concept et de développement, lorsque le besoin fondamental d'obtenir cette entité est établi. Ce besoin est détaillé dans un ensemble d'exigences qui font ensuite l'objet d'une spécification particulière. Les décisions encadrant le respect de ces exigences et les contraintes déterminent, dans une large mesure, le CCV final.

Les facteurs ayant une influence sur le CCV d'une entité sont étroitement liés aux exigences qui doivent être satisfaites. Ces facteurs incluent, sans s'y limiter, des exigences de:

- sûreté de fonctionnement;
- sécurité;
- réglementations;
- environnement d'exploitation physique;
- impact environnemental;
- performance financière;
- durée d'utilisation prévue;
- gestion de l'obsolescence.

4.4 Facteurs liés à la sûreté de fonctionnement

La sûreté de fonctionnement joue un rôle majeur dans le CCV d'une entité; les caractéristiques de la sûreté de fonctionnement, qui affectent le CCV, varient selon l'étape du cycle de vie. Les options peuvent être évaluées en termes de disponibilité, fiabilité, maintenabilité, supportabilité ou autres considérations associées à la sûreté de fonctionnement.

Le premier aspect de la sûreté de fonctionnement dont il est tenu compte est généralement la fiabilité exigée du système et celle de ses composants. Si la fiabilité exigée n'est pas réalisable, la redondance peut être à intégrer à la conception, ce qui augmente habituellement le coût d'acquisition. Une plus grande fiabilité peut avoir des effets bénéfiques sur le CCV en ce qu'elle réduit les coûts d'exploitation et de maintenance. Toutefois, cela entraîne le plus souvent un coût d'acquisition plus élevé.

Une meilleure maintenabilité a un impact similaire sur le CCV en ce qu'elle réduit les coûts d'exploitation et de maintenance et améliore la disponibilité grâce à un nombre limité de temps d'indisponibilité. Une supportabilité convenable, obtenue au moyen d'un support de maintenance et d'une logistique disponibles, efficaces et rentables, améliore généralement le CCV d'une entité.

Il convient que les considérations de 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 de l'entité et de les évaluer régulièrement au cours des étapes de conception afin d'optimiser la conception du système et le CCV.

La plupart du temps, l'analyse encourage le compromis entre les coûts d'acquisition et les coûts d'utilisation. Un exemple d'une telle analyse d'arbitrage est l'analyse du niveau de réparation (ANR), qui vise à identifier l'approche de maintenance et la conception de maintenabilité optimales en agissant sur des facteurs tels que le concept de maintenance, les postes de maintenance, les prestataires internes et externes de services de maintenance et l'approvisionnement en pièces de rechange.

5 Processus d'évaluation du coût du cycle de vie

5.1 Généralités

Le processus d'évaluation du coût du cycle de vie est représenté à la Figure 1. Les principales étapes du processus sont les suivantes:

- établir le contexte organisationnel;
- planifier l'analyse;
- définir l'approche d'analyse;
- effectuer l'analyse;

- finaliser l'analyse.

Chacune de ces activités est détaillée dans les paragraphes suivants. La façon dont ces étapes sont appliquées à une analyse spécifique varie selon les objectifs de l'analyse et les méthodes de travail qui s'avèrent être les plus efficaces pour ceux qui entreprennent l'analyse.

5.2 Etablir le contexte organisationnel

5.2.1 Elaborer le contexte

Chaque analyse du coût du cycle de vie évalue un contexte d'exploitation unique comprenant à la fois les influences internes et externes sur une entité organisationnelle. Par conséquent, il convient d'accompagner chaque analyse d'une déclaration contextuelle afin de permettre aux constructeurs d'un ensemble de scénarios futurs d'identifier les influences de coût pour les résultats possibles de chaque scénario. Ce contexte ne tient pas compte des facteurs financiers, considérés comme faisant partie du processus de planification.

Les techniques d'analyse contextuelle peuvent être utilisées pour identifier les influences affectant les coûts à travers le cycle de vie. Par exemple, des facteurs sociaux comme l'accroissement de la population, la pyramide des âges et la démographie peuvent influencer la demande future; les facteurs technologiques, quant à eux, peuvent inclure les niveaux variables d'automatisation et d'obsolescence. Des informations détaillées sur la gestion de l'obsolescence peuvent être consultées dans l'IEC 62402 [2].

L'évaluation du coût du cycle de vie peut porter soit sur une partie, soit sur l'ensemble du cycle de vie d'une entité. Il convient de cibler l'analyse de l'évaluation du coût du cycle de vie afin qu'elle s'adapte à une entité particulière et en tire le meilleur parti possible.

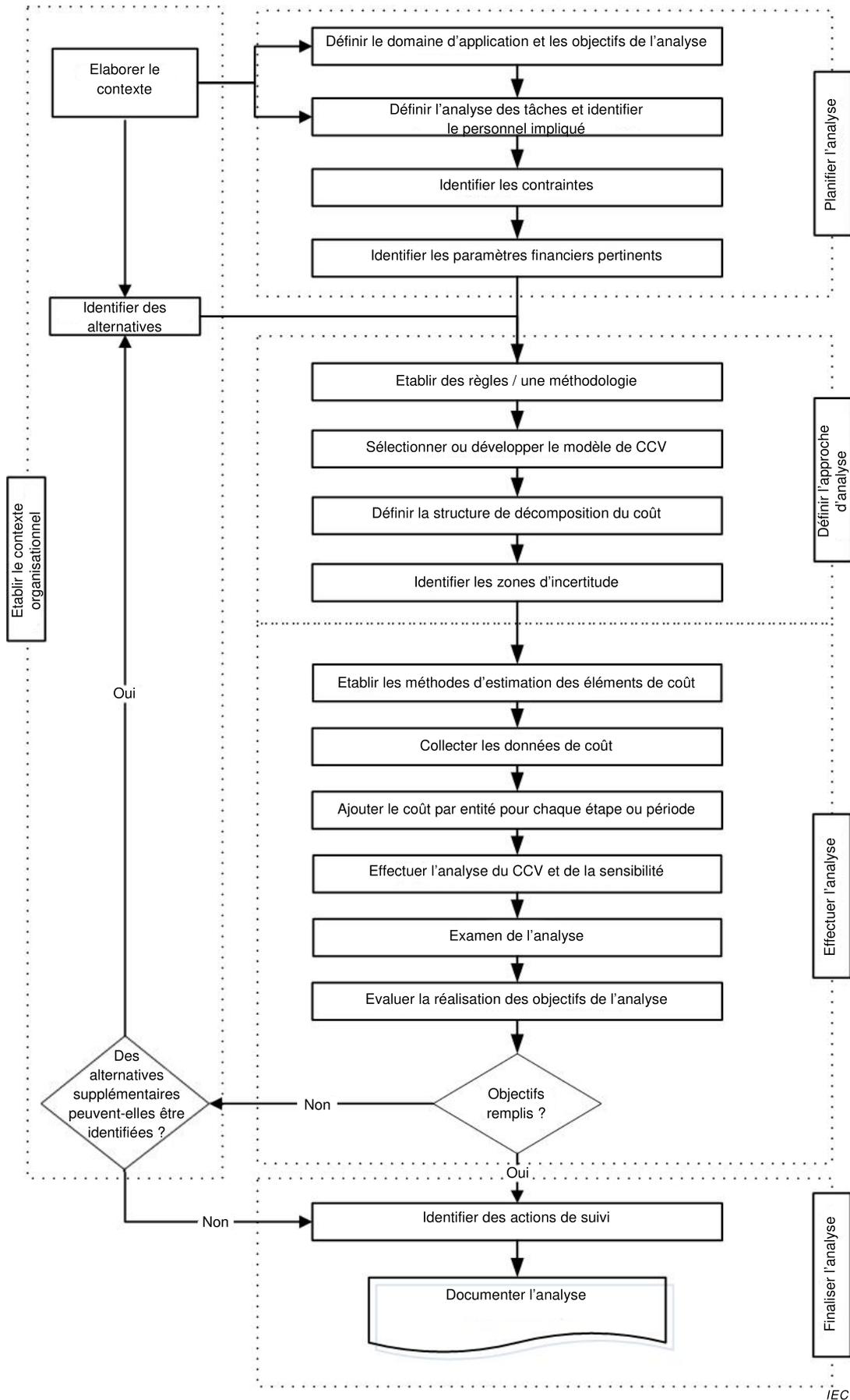


Figure 1 – Processus d'évaluation du coût du cycle de vie

5.2.2 Identifier des alternatives

L'organisation peut avoir besoin d'identifier des options ou solutions alternatives à évaluer; ces dernières font partie des objectifs de l'analyse. La liste des solutions proposées peut être affinée si de nouvelles options sont identifiées, ou si des options existantes se révèlent aller à l'encontre des contraintes du problème.

Toutes les options ou solutions sont fournies par des processus en dehors du domaine d'application du présent document. Elles portent généralement sur les objectifs commerciaux et comprennent des facteurs externes à l'organisation.

Les évaluations qui peuvent être envisagées comprennent, sans toutefois s'y limiter, les éléments suivants:

- conceptions alternatives avec différents équilibres entre les coûts d'acquisition et les coûts d'exploitation;
- conceptions alternatives avec différents équilibres entre les coûts de fiabilité et les coûts de maintenance;
- alternatives pour la redondance du système;
- approches alternatives pour la gestion de l'obsolescence.

5.3 Planifier l'analyse

5.3.1 Définir le domaine d'application et les objectifs de l'analyse

La première étape de la planification de l'analyse du coût du cycle de vie consiste à définir le domaine d'application de l'analyse en termes d'entité à l'étude, de période de temps à considérer (étapes du cycle de vie), de l'environnement d'utilisation et de scénario de soutien logistique à employer. Il convient d'identifier et de valider le domaine d'application et les frontières de l'analyse afin de garantir que les résultats de l'analyse répondent aux objectifs commerciaux et aux besoins de l'utilisateur de l'analyse.

Les objectifs de l'analyse sont définis en termes de résultats qui sont nécessaires à partir de l'analyse et des activités organisationnelles associées pour lesquelles ils sont utilisés. Les objectifs types de l'analyse sont les suivants:

- détermination du CCV d'une entité, afin de fournir un support à la planification, la rédaction d'un contrat, la budgétisation ou des besoins similaires;
- évaluation de l'influence de différentes lignes d'action alternatives (telles que les approches conceptuelles, l'acquisition de l'entité, les politiques de soutien, les choix technologiques) sur le CCV d'une entité;
- identification des éléments de coût qui contribuent majoritairement au CCV d'une entité afin de concentrer les efforts de conception, développement, acquisition ou soutien logistique.

La définition du domaine d'application vise à développer une compréhension fondamentale des parties prenantes, des objectifs commerciaux, des problèmes et des interfaces se rapportant à l'étude. Ce processus équivaut à la fonction «communication et consultation» dans un processus habituel de gestion des risques. Il convient que la déclaration de définition du domaine d'application inclue les éléments suivants:

- une liste de contraintes et hypothèses;
- un ensemble de critères de décision financiers portant sur des mesures telles que la valeur présente nette (NPV), les périodes de récupération et les valeurs internes de retour sur investissement (IRR) qui peuvent influencer les résultats comparés;
- une liste de solutions alternatives concernant l'étude, obtenues à partir d'un premier tri des options (par exemple, en utilisant des méthodes qualitatives telles que les comparaisons par paires [3]);

- une définition de la structure de décomposition du coût en tant que matrice des éléments de coût et des étapes du cycle de vie.

5.3.2 Définir les tâches de l'analyse et identifier le personnel impliqué

Il convient que le plan définisse les tâches exigées pour mettre en œuvre les activités d'évaluation du coût du cycle de vie, programme et organise les tâches devant permettre de produire les résultats souhaités dans un délai convenable, détermine les ressources exigées pour conduire l'analyse de l'évaluation du coût du cycle de vie et indique les méthodes d'exécution des tâches.

L'identification des tâches et l'affectation des ressources font l'objet d'un processus itératif encadré par la ou les méthodologies sélectionnées.

Il convient que le plan intègre les éléments suivants:

- a) Définition des objectifs de l'analyse en termes de résultats à fournir par l'analyse et de décisions encouragées par ces résultats.
- b) Définition du domaine d'application de l'analyse en termes d'entité(s) à l'étude, de période de temps à considérer (étapes du cycle de vie), de l'environnement d'utilisation et de scénario de soutien logistique à évaluer.
- c) Identification de différentes lignes d'action alternatives à évaluer (si elles font partie des objectifs de l'analyse).
- d) Identification des méthodologies à employer pour effectuer les différentes tâches dans l'analyse de l'évaluation du coût du cycle de vie.
- e) Mise à disposition d'une estimation des ressources et des compétences exigées.
- f) Mise à disposition d'un échéancier et organisation des différentes tâches exigées pour effectuer l'analyse du coût du cycle de vie. Cela permet de signaler et de surveiller l'avancement de l'analyse pour faire en sorte que les résultats soient disponibles dans un délai convenable en vue de soutenir le processus de prise de décision pour lequel ils sont exigés.
- g) Identification des moyens par lesquels toutes les hypothèses et données d'entrée sont traçables.

5.3.3 Identifier les contraintes

Il convient d'identifier et de documenter, dans le cadre du plan, toutes conditions, hypothèses, limites et contraintes sous-jacentes susceptibles de limiter l'éventail d'options acceptables à évaluer. De telles restrictions peuvent comprendre:

- les délais;
- les exigences minimales de performance d'une entité;
- les exigences de disponibilité;
- les limitations maximales du coût du capital.

5.3.4 Identifier les paramètres financiers pertinents

Plusieurs paramètres financiers font généralement partie intégrante d'une analyse du coût du cycle de vie; le choix des paramètres exigés dépend des objectifs globaux de l'analyse. L'utilisation de l'analyse en tant qu'évaluation comparative ou «absolue» influence notamment ce choix.

Les paramètres financiers suivants sont habituellement pris en compte.

- Date de base – une date de base fiscale est convenue avant le début de l'analyse. Cela garantit la cohérence des données d'entrée et la pertinence des données de sortie.

- Taxe – l'inclusion de taxes dans le CCV est généralement sans importance; toutefois, il convient d'en confirmer le besoin avant le début de l'analyse. Selon les exigences, il convient parfois que certaines taxes (telles que la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) ou les taxes de vente) soient incluses et que d'autres soient exclues. Il convient de prendre soin de ne pas inclure de double imposition, c'est-à-dire l'impôt sur impôt.
- Taux d'actualisation/inflation – le taux d'actualisation porte généralement sur le coût des crédits (coût moyen pondéré du capital) et, le cas échéant, sur les rendements exigés par les actionnaires. Les comptables d'entreprise calculent habituellement le taux de rendement exigé pour les nouveaux investissements; il s'agit du taux d'actualisation de l'entreprise. Sous cette forme, il inclut en principe une composante liée à l'inflation.

NOTE Pour tout ce qui a trait aux taxes et taux d'actualisation/d'inflation, la fonction de gestion financière de l'organisation précise généralement la méthode et les valeurs exactes à appliquer.

Une explication des concepts financiers pouvant influencer le choix d'autres paramètres en rapport avec les applications spécifiques pour lesquelles l'analyse est entreprise est présentée à l'Annexe B.

5.4 Définir l'approche d'analyse

5.4.1 Etablir des règles/une méthodologie

Avant de commencer une analyse, il convient que toutes les parties prenantes se mettent d'accord sur les règles et la méthodologie à adopter. La méthodologie dépend des objectifs de l'analyse et il convient qu'elle tienne compte des éléments suivants:

- besoin de procéder à une analyse absolue ou comparative;
- niveau d'exactitude exigé;
- données disponibles;
- ressources disponibles.

Lors de la réalisation d'une analyse comparative, il est possible qu'un certain nombre de zones de coût soient communes à toutes les options et puissent, par conséquent, être exclues; il convient d'enregistrer les règles en vertu desquelles de telles entités sont identifiées. Si de telles exclusions sont mises en œuvre, il est essentiel d'établir qu'elles peuvent être comparées de façon réaliste.

Pour effectuer une comparaison réaliste des différentes options possibles, il est nécessaire d'assurer une bonne base de comparaison, par exemple:

- évaluer systématiquement les mesures liées à la sûreté de fonctionnement pour chaque option;
- s'assurer que le profil opérationnel est le même pour chaque option.

Si l'essentiel du CCV est identifié comme étant commun à toutes les options, il peut ne pas être opportun de poursuivre l'analyse, à moins que les objectifs de l'analyse puissent être remplis par comparaison des éléments de coût restants.

Lorsqu'une seule option est analysée, il peut être avantageux d'exclure certains éléments de l'analyse afin d'en simplifier ou d'en réduire le coût. Les zones susceptibles d'être exclues sont celles qui sont considérées comme modestes par rapport au coût global possible ou celles qui échappent au contrôle de l'organisation.

5.4.2 Sélectionner ou développer le modèle de CCV

Il convient de choisir ou de développer un modèle de CCV suffisamment détaillé pour répondre aux objectifs de l'analyse en prenant en compte la disponibilité des données et les facteurs suivants:

- degré de sélectivité exigé pour savoir discerner parmi les options;
- degré de sensibilité exigé pour fournir l'exactitude de résultat nécessaire;
- disponibilité d'un nombre suffisant de données représentatives pour que l'analyse soit pertinente;
- temps disponible pour réaliser et rendre compte de l'analyse du coût du cycle de vie.

Indépendamment de la source du modèle, toutes les alternatives doivent pouvoir être évaluées avec le même modèle.

Il est important de bien connaître le modèle choisi et ses exigences en matière de données. Il convient que l'analyse du coût du cycle de vie soit entreprise au début d'un projet afin d'influencer les décisions, mais la plupart des données sont généralement disponibles ultérieurement. Par conséquent, l'analyse est souvent soumise à des contraintes de temps importantes. En outre, la connaissance du modèle facilite la collecte des données et l'organisation des informations de coût élaborées au sein de l'organisation.

Le niveau de détail approprié de l'analyse du coût du cycle de vie dépend de nombreux facteurs liés aux objectifs et il convient de l'examiner attentivement dans la mesure où les coûts associés à la réalisation d'une analyse détaillée peuvent être significatifs.

Une analyse détaillée peut fournir des résultats plus représentatifs qui peuvent à leur tour contribuer à une analyse des coûts encore plus détaillée, par exemple, une analyse de fond de roulement escompté (voir l'Annexe C).

Dès lors qu'un modèle de CCV est mis au point, il convient d'en faire vérifier les aspects mathématiques par un personnel dûment qualifié.

5.4.3 Définir la structure de décomposition du coût

Afin d'estimer le coût total du cycle de vie, une division de l'analyse selon ses éléments constitutifs de coût est nécessaire. Cette décomposition coïncide généralement avec le niveau de détail avec lequel une organisation collecte les coûts et peut être clairement définie et estimée.

Une structure de décomposition du coût (CBS) est utilisée pour identifier les éléments de coûts exigés et implique la décomposition du système en niveaux inférieurs dans l'arborescence, catégories de coût et étapes du cycle de vie. Cela peut être représenté par l'utilisation d'une matrice tridimensionnelle telle que présentée à la Figure 2. Cette matrice implique l'identification des aspects suivants du système:

- décomposition du système en niveaux inférieurs dans l'arborescence (c'est-à-dire la structure de décomposition du système/travail);
- la période du cycle de vie durant laquelle le travail ou l'activité doit être réalisé(e) (c'est-à-dire les étapes du cycle de vie);
- la catégorie de coût des ressources applicables telles que la main-d'œuvre, les matériaux, le combustible/l'énergie, les coûts indirects, le transport/les voyages (c'est-à-dire les catégories de coût).

Cette approche a l'avantage d'être systématique et méthodique, assurant ainsi un niveau de confiance élevé dans la prise en compte de tous les éléments de coût nécessaires.

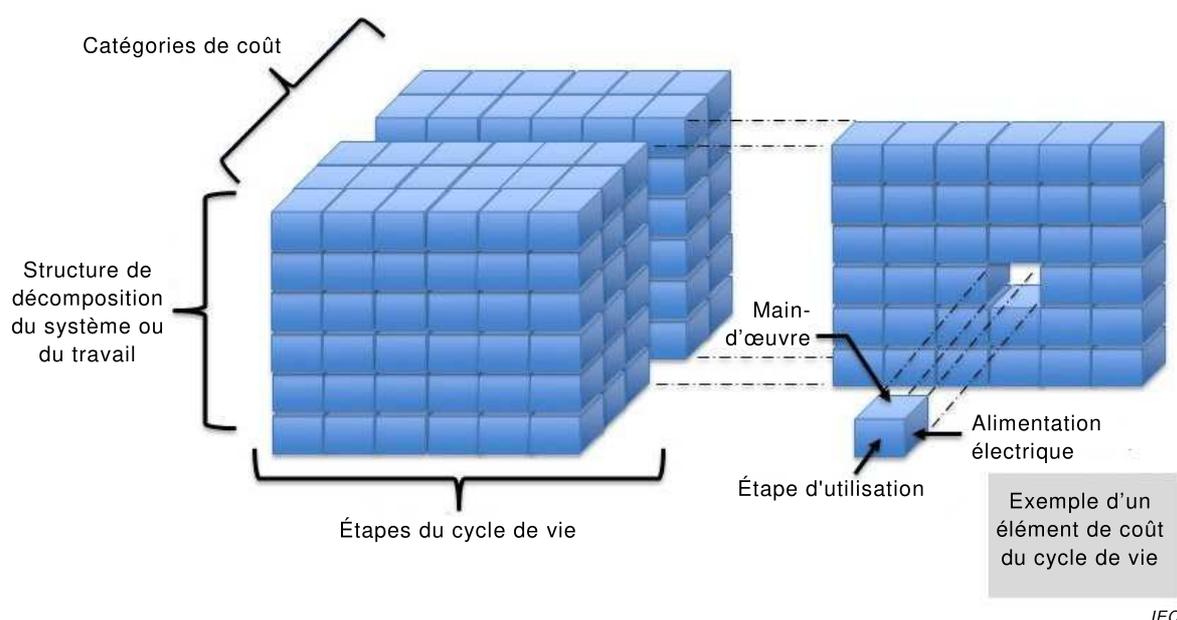


Figure 2 – Notion de structure de décomposition du coût

Il convient que l'identification des éléments et de leur domaine d'application correspondant soit fondée sur le domaine d'application de l'étude du CCV. Il convient que seuls les éléments de coût contribuant à la réalisation des objectifs de l'étude du CCV soient inclus. Il convient que la sélection des éléments de coût soit liée à la complexité du système, de même qu'aux catégories de coût intéressantes selon la structure de décomposition du coût exigée. Voir un exemple des éléments de coût types à l'Annexe D.

Il convient que l'analyse identifie le nombre minimum d'éléments de coût nécessaires pour savoir discerner parmi les options, c'est-à-dire uniquement ceux associés aux pilotes de coût ayant une influence sur le résultat final. Lors de la comparaison de solutions alternatives, les coûts communs à toutes les alternatives peuvent généralement être ignorés. Toutefois, lors du calcul du coût de propriété pour un système, il convient d'inclure tous les coûts pertinents.

Lors de l'identification des éléments de coût, il convient de tenir compte des points suivants:

- comment les coûts sont collectés, leur disponibilité, l'effort exigé pour les collecter et la qualité des données qui seraient collectées;
- comment les coûts doivent être calculés;
- leur importance pour les pilotes de coût;
- la conversion des intangibles en coût réel (voir l'Annexe E).

Certains éléments de coût peuvent être subdivisés en coûts récurrents et non récurrents et/ou en coûts fixes et variables. Les effets potentiels de ces derniers sur le CCV dépendent de l'étape et du contexte à l'étude. Par exemple, dans un contexte de fabrication, les coûts non récurrents ou variables sont généralement associés à la quantité d'entités fabriquées; néanmoins, dans un contexte d'exploitation, de tels coûts tendent à être associés aux dépenses en pièces de rechange, énergie ou salaires.

Pour faciliter le contrôle et la prise de décision, et pour soutenir le processus d'évaluation du coût du cycle de vie, il convient de collecter et de présenter les informations relatives au coût de façon qu'elles présentent une cohérence avec la structure définie de décomposition du coût. 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 comme d'une source de retour d'expérience.

5.4.4 Identifier les zones d'incertitude

L'incertitude dans un résultat de CCV relève principalement de deux éléments. Le premier élément concerne les hypothèses émises à propos de la définition du domaine d'application de l'étude et de la construction du modèle. Le second élément concerne l'exactitude des données appliquées aux différentes mesures du modèle déterminant le résultat. De manière comparable à l'appréciation du risque, le CCV regroupe le coût des événements à venir et leur fréquence; par conséquent, les deux éléments se heurtent à des problèmes similaires dus à l'incertitude des données ou des informations. Lorsqu'il existe un chevauchement significatif des fourchettes d'incertitude entre les différentes options comparées, il peut être difficile de formuler un jugement éclairé concernant celle qu'il convient de choisir.

L'incertitude présente dans le domaine d'application peut découler de l'intention de l'étude et du niveau de risque contextuel ou environnemental.

Il convient d'identifier, dans la mesure du possible, les événements futurs pouvant influencer les coûts et leurs conséquences. Toutefois, cela génère quelques incertitudes, car ces hypothèses peuvent se révéler inefficaces pour identifier convenablement tous les événements pertinents éventuels. Il convient de soumettre à l'essai la sensibilité des résultats à de telles hypothèses.

Les analyses du coût du cycle de vie sont, par définition, des évaluations quantitatives caractérisées par une incertitude des données appliquées résultant des sources d'inexactitude potentielle suivantes.

- a) La collecte de données probabilistes (stochastiques) relatives aux événements imprévus tels que la réparation des pièces défectueuses en fonction de la probabilité de défaillance, la durée de vie en fonctionnement, la durée de vie utile, la durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTF) ou la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF).
- b) Les opérations prévues et les actions de maintenance renfermant un certain degré d'incertitude au regard des actions d'atténuation des risques entreprises pour équilibrer la performance du système, les coûts et les risques.
- c) Coût en ressources des actions de reprise d'événement pour estimer les coûts de ces événements, en particulier lorsqu'ils se produisent à une date ultérieure indéterminée.
- d) Le coût latent du risque qui n'a pas été traité et qui n'est pas considéré comme un événement chiffré à venir.

Il convient que les études du coût du cycle de vie débutent dès les premières étapes du cycle de vie, lorsque les chances d'influencer le coût futur sont encore grandes. De telles études sont susceptibles de renfermer un certain degré d'incertitude et les études de sensibilité sont essentielles pour analyser l'impact de variations potentiellement importantes dans un avenir vague. Il convient que les pistes d'audit et les examens progressifs appliqués à l'ensemble des données et hypothèses utilisées soient une caractéristique des premières analyses du CCV afin de prévenir les éventuels conflits d'intérêt dans l'application et l'interprétation de telles données incertaines.

A mesure que le projet arrive à maturité et que les données deviennent de plus en plus certaines, les évaluations de sensibilité peuvent être limitées en conséquence. Le choix de fonctions de densité de probabilité appropriées pour certains types de données telles que la fiabilité, la maintenabilité et la supportabilité rend possible l'application de modèles stochastiques faisant appel à des techniques telles que les simulations de Monte-Carlo.

5.5 Effectuer l'analyse

5.5.1 Etablir les méthodes d'estimation des éléments de coût

Des exemples de méthodes qui peuvent être utilisées pour estimer les paramètres d'un élément de coût comprennent:

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

L'estimation de coût paramétrique est plus couramment utilisée au cours des premières étapes de planification et de conception du développement de l'entité, lorsque les données disponibles sont limitées. Par exemple, une estimation du coût initial de construction d'un bateau peut être le résultat du seul déplacement.

Plus tard dans le processus de conception, des informations de conception plus complètes deviennent disponibles et il est alors possible de produire des estimations de coût en comparant les caractéristiques de l'entité analysée avec des entités semblables pour lesquelles des données de coût historiques sont enregistrées. Ces estimations par analogie sont limitées aux entités d'échelle et de technologie similaires.

Dès lors que la configuration de conception devient solide et que les données de conception sont produites, il est possible de développer des estimations d'ingénierie et de fabrication détaillées à partir d'une analyse plus exacte des matériaux, de l'équipement, de la main-d'œuvre et des frais généraux. Par conséquent, à mesure que des informations plus détaillées deviennent disponibles pour des éléments spécifiques, les premières estimations de coût paramétriques ou par analogie peuvent être remplacées par des estimations d'ingénierie ou coûts réels.

Pour limiter différents types d'incertitudes impliquées dans les analyses, il convient de réaliser, dans la mesure du possible, des analyses de sensibilité, par exemple en introduisant des valeurs minimale et maximale aux paramètres du modèle dans les équations d'estimation du coût.

Une description des méthodes présentées ci-dessus et des exemples d'application pour chaque méthode sont fournis à l'Annexe F.

5.5.2 Collecter les données de coût

La collecte des données de coût pour une analyse du coût du cycle de vie est souvent difficile. Dans certains cas, les données de coût disponibles sont directement applicables à la structure de décomposition du coût (CBS) et sont à la fois exactes et complètes. Dans d'autres cas, les données de coût peuvent s'appliquer à plusieurs éléments de la CBS et un moyen doit être identifié pour les distribuer convenablement. Des données peuvent manquer ou ne pas être immédiatement disponibles et peuvent devoir être collectées ou estimées. En outre, d'autres données peuvent devoir être validées et vérifiées afin de garantir leur applicabilité et exactitude. En cas de difficultés dans la collecte des données, les estimations ou les redistributions, il convient de les enregistrer afin que leur impact puisse être examiné dans l'analyse du coût du cycle de vie.

5.5.3 Ajouter le coût par entité pour chaque étape ou période

Cette étape est requise uniquement si des coûts sont exigés pour des étapes, périodes de temps ou autres regroupements à l'intérieur du coût total. Il convient de définir de telles étapes ou de tels regroupements dans la définition même de la méthodologie en vue de garantir la mise en place des bonnes structures de décomposition du coût et du travail pour étayer les calculs.

Si la structure de décomposition du coût a été correctement définie, il convient que le calcul des coûts pour chaque regroupement exigé soit une simple somme.

5.5.4 Effectuer l'analyse du CCV et l'analyse de sensibilité

Il convient que l'analyse du coût du cycle de vie prenne pour référence les meilleures valeurs d'estimation et s'accompagne d'une analyse de sensibilité. L'analyse de sensibilité évalue la

robustesse du modèle de CCV appliqué, l'impact de l'incertitude concernant des hypothèses spécifiques et la valeur des éléments de coût. Il convient d'accorder une attention particulière aux pilotes de coût, aux hypothèses liées au contexte d'utilisation et aux hypothèses liées à la valeur temporelle de l'argent.

Il convient de sélectionner les limites de plages ou les fonctions de densité de probabilité des différents paramètres d'entrée de façon à ce que les variations de modèle qui en résultent aient une envergure crédible. Lors de la sélection des méthodes d'analyse, il convient de s'assurer que le résultat est communicable à l'audience de telle sorte qu'il remplisse l'objectif de la tâche du CCV.

5.5.5 Examen de l'analyse

Un examen formel, si possible indépendant, de l'analyse peut être exigé pour confirmer l'exactitude et l'intégrité des résultats. Il convient qu'un tel examen inclue les aspects suivants.

- Les objectifs et le domaine d'application de l'analyse pour s'assurer qu'ils ont été correctement exposés et interprétés.
- Les hypothèses émises au cours de l'analyse afin de s'assurer qu'elles sont raisonnables et qu'elles ont été documentées de manière appropriée.
- Le niveau de satisfaction du modèle au regard de l'analyse (y compris les définitions des éléments de coût et les hypothèses).
- L'applicabilité et l'exactitude de toutes les sources de données.
- L'application du modèle pour s'assurer que ses données d'entrée ont été établies avec exactitude, qu'il a été utilisé correctement et que les résultats (y compris ceux de l'analyse de sensibilité) ont été évalués et discutés de façon appropriée.

Si un tel examen établit la nécessité de réviser les données ou les méthodes d'analyse, les éléments appropriés du processus doivent être réexaminés et traités conformément aux résultats.

5.5.6 Evaluer la réalisation des objectifs de l'analyse

Il convient de comparer les résultats de l'analyse aux objectifs de départ. Si les objectifs n'ont pas été remplis, il convient d'examiner le processus d'analyse afin d'identifier les causes. La cause de la non-réalisation des objectifs est dépendante de l'analyse particulière, mais il convient d'examiner également les aspects suivants:

- la mesure dans laquelle la méthodologie a fourni une analyse correctement structurée ou détaillée;
- si les données d'entrée étaient suffisamment détaillées et réalistes;
- si les bonnes alternatives ont été identifiées pour l'analyse.

Si des manquements sont observés au regard des aspects ci-dessus ou d'autres aspects, il convient, si possible, de modifier les processus ou données d'analyse et de corriger l'analyse.

Si les objectifs ont été remplis, ou si les objectifs n'ont pas été remplis mais qu'aucune correction n'est possible, il convient d'identifier des actions de suivi, puis de documenter et clore l'analyse.

6 Finaliser l'analyse

6.1 Identifier des actions de suivi

Au terme de la réalisation de l'analyse du coût du cycle de vie, des actions de suivi peuvent découler des conclusions établies. Lorsque l'analyse du coût du cycle de vie est réalisée au

début du cycle de vie, les probabilités de mettre en œuvre des actions de suivi efficaces sont plus grandes et peuvent prévoir l'exigence selon laquelle l'analyse doit être mise à jour dès que des informations plus détaillées sont disponibles.

Les conclusions de l'analyse peuvent inclure:

- les coûts qui se sont avérés être trop élevés pour que le système soit économique, mais qui, s'ils étaient réduits, le rendraient réalisable;
- les options permettant de réduire les coûts (par exemple, un changement dans la conception susceptible d'augmenter le coût d'acquisition mais capable de réduire le coût d'exploitation ou de maintenance);
- l'identification de pilotes de coût devant faire l'objet d'une attention particulière lors des étapes de mise en œuvre ou d'utilisation du cycle de vie.

Il est important d'identifier des personnes spécifiques pour la mise en œuvre des actions de suivi.

6.2 Documenter l'analyse

Il convient que l'analyse du coût du cycle de vie soit clairement et soigneusement documentée, car elle fournit des informations importantes aux parties prenantes, décideurs, clients, utilisateurs et directeurs.

Il convient de fournir des éléments de preuve lors de la présentation des résultats et des données de sortie de l'analyse. Il convient que ces éléments comprennent les aspects suivants:

- alignement du modèle sur les objectifs;
- exactitude du modèle;
- sources et qualité des données;
- traçabilité;
- validation.

Annexe A (informative)

Coût du cycle de vie et cycle de vie

A.1 Généralités

Les étapes génériques du cycle de vie d'une entité peuvent être décrites comme suit:

- a) concept;
- b) développement;
- c) réalisation;
- d) utilisation;
- e) amélioration;
- f) retrait.

Les trois premières étapes constituent le coût d'acquisition de l'entité et les trois dernières étapes le coût de propriété. A l'intérieur de ces étapes:

- l'étape de développement (b) comprend tous les aspects de la conception;
- l'étape de réalisation (c) comprend l'approvisionnement, la fabrication, l'inspection et la mise à l'essai, l'expédition et l'installation;
- l'étape d'utilisation (d) inclut à la fois l'exploitation et la maintenance;
- l'étape d'amélioration (e) comprend, le cas échéant, tous les aspects de conception et d'acquisition associés avec l'amélioration.

La location (pour des entités telles que des turbines à gaz) est souvent considérée comme un cas particulier de l'étape d'utilisation. Dans ce cas, la propriété ne change pas, mais les considérations de coût pendant les trois dernières étapes sont différentes pour le fournisseur et le locataire. En outre, des arbitrages de conception doivent traiter les contrats de location éventuels.

Il convient de choisir les étapes du cycle de vie appropriées, ou parties ou combinaisons de ces étapes, pour convenir aux besoins particuliers de chaque analyse spécifique. De façon générale, les coûts totaux encourus pendant les étapes ci-dessus peuvent également être divisés en coût d'acquisition et en coût de propriété.

Les coûts d'acquisition sont généralement visibles; ils peuvent être facilement évalués avant que la décision d'acquisition ne soit prise et peuvent ou non inclure le coût d'installation. Parfois, la transition entre les activités d'acquisition et les activités de propriété peut être floue, ce qui complique la distribution des coûts et entraîne une double comptabilisation de ces derniers. Par conséquent, il convient de veiller à en garantir l'exactitude.

Les coûts de propriété, qui sont souvent les principaux composants du CCV, dépassent dans de nombreux cas les coûts d'acquisition et ne sont pas facilement visibles. Ces coûts sont difficiles à prévoir et peuvent aussi inclure le coût associé à l'installation.

Les coûts de retrait, ou coûts de mise en service, peuvent représenter une proportion significative du total du CCV. La législation peut exiger des activités pendant l'étape de démantèlement qui, pour les projets principaux (par exemple, les centrales nucléaires) entraînent des dépenses conséquentes.

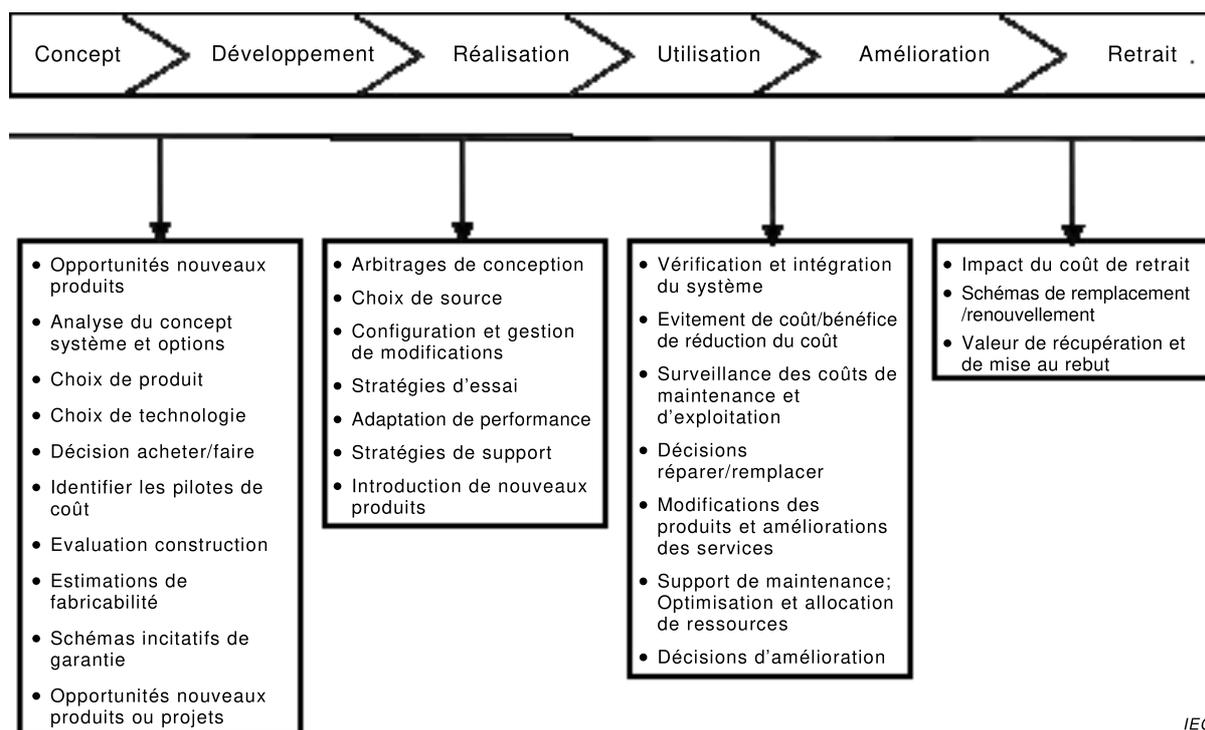
Les modifications mineures sont généralement incluses dans le coût de propriété, mais une amélioration majeure peut signaler une nouvelle partie du cycle de vie qui pourrait déclencher

une analyse révisée du coût du cycle de vie en vue de rendre possible l'évaluation des alternatives.

L'analyse du coût du cycle de vie peut porter sur toutes les étapes, quelques étapes, une seule étape ou une partie d'une étape.

A.2 Analyses types du CCV

La Figure A.1 représente les étapes du cycle de vie d'une entité, avec certains des sujets qu'il convient de traiter par une étude d'évaluation du coût du cycle de vie.



IEC

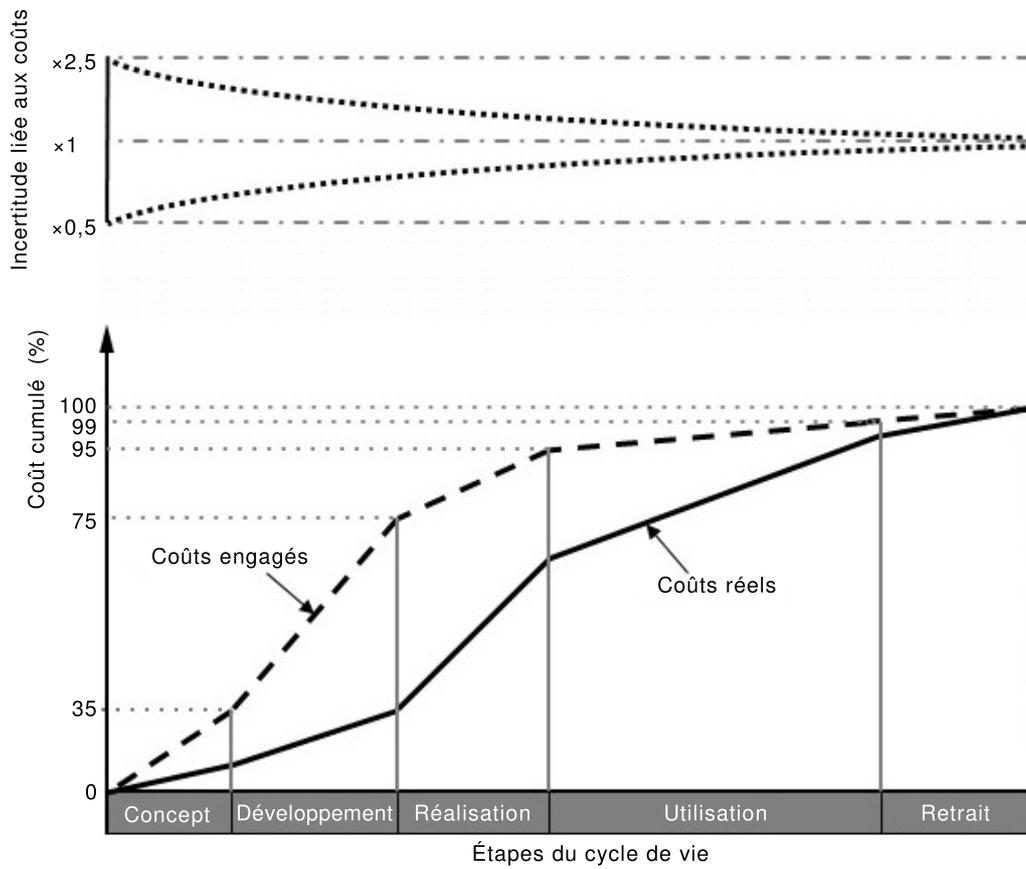
NOTE Il n'existe aucune corrélation directe entre les groupes d'analyse et les étapes spécifiques. Toutefois, ils reflètent le changement général d'orientation de l'analyse à mesure que le cycle de vie progresse.

Figure A.1 – Analyses types pendant le cycle de vie

A.3 Coûts engagés et coûts réels

Une part importante du CCV prévu dépend des conséquences des décisions prises pendant les premières étapes du cycle de vie, en particulier au cours du développement.

Comme en témoigne la Figure A.2, le meilleur moment pour influencer le CCV prévu a lieu pendant les premières étapes du cycle de vie. Même si les coûts réels augmentent essentiellement en raison des coûts d'investissement et d'exploitation, les sommes engagées apparaissent beaucoup plus tôt. La conception a la plus grande influence sur le coût final du cycle de vie. Une fois l'entité mise en service, le coût engagé est peu flexible. A mesure que les étapes du cycle de vie se succèdent, l'incertitude associée aux coûts réels diminue également.



IEC

Figure A.2 – Exemple de coûts engagés et de coûts réels

Annexe B (informative)

Concepts financiers

B.1 Généralités

Le traitement des coûts exige une connaissance financière et une traçabilité des données. Il est courant d'utiliser les principes comptables généralement acceptés (GAAP) (voir B.5.5). Bien que non obligatoire, la traçabilité reste essentielle pour examiner les hypothèses, le comportement et les résultats financiers de l'analyse du coût du cycle de vie.

En temps normal, il n'est pas du ressort de l'analyste du CCV de décider de l'utilisation de concepts financiers. La fonction de gestion financière de l'organisation précise généralement la méthode et les valeurs exactes à appliquer.

B.2 Coûts des conséquences

Lorsqu'une entité ou un service devient indisponible, une série de coûts peut se produire. Ces coûts peuvent inclure:

- le coût de garantie;
- le coût de responsabilité;
- le coût dû à la perte de revenu;
- les coûts de fourniture d'un service alternatif.

De plus, il convient d'identifier les coûts des conséquences supplémentaires en appliquant les techniques d'analyse de risque pour déterminer les coûts d'impacts défavorables sur l'image, la réputation ou le prestige de l'entreprise, qui peuvent résulter en une perte de clientèle.

Il convient d'inclure les coûts de rétablissement ou d'atténuation de ces risques dans les coûts des conséquences.

Dans la plupart des cas, ces coûts sont difficiles à évaluer, mais dans certaines conditions, il est possible de les quantifier. Par exemple, ces coûts peuvent être estimés sur la base des coûts des campagnes publicitaires et des coûts des travaux de marketing ou des compensations allouées pour retenir les clients. Lorsque cela est applicable, il convient de prendre en compte ces coûts dans l'analyse.

Il convient d'optimiser la performance de disponibilité d'une entité, car l'indisponibilité d'une entité peut influencer son CCV de façon significative. L'accroissement progressif de la fiabilité (tous les autres facteurs restant stables) entraîne généralement l'augmentation des coûts d'acquisition mais aussi la diminution des coûts de maintenance et de soutien. Une fiabilité optimale de l'entité peut ensuite être identifiée et correspond au CCV le plus bas.

Il convient de noter que les résultats des calculs du CCV peuvent ne pas correspondre aux coûts réels observés. Cela est dû à la présence et à l'influence de nombreux facteurs aléatoires, tels que les conditions environnementales et les erreurs humaines pendant l'exploitation, qui ne peuvent pas être précisément calculés (voir l'IEC 62508 [4]).

Il convient de prendre en compte les questions environnementales ainsi que les facteurs traditionnels tels que le coût et le temps dans les calculs du CCV. Par conséquent, il convient d'identifier des méthodes pour évaluer et classer les conséquences environnementales de différentes activités. Ces évaluations peuvent fournir les bases pour la planification environnementale et l'intégration des questions environnementales à la prise de décision.

B.3 Coûts de garantie

Les garanties fournissent aux clients une protection qui les dispense d'assumer le coût de réparation des défaillances de l'entité, en particulier durant les premières étapes d'exploitation de l'entité. Le coût des garanties est généralement supporté par les fournisseurs et peut être influencé par les caractéristiques de fiabilité, de maintenabilité et de supportabilité de l'entité. Les fournisseurs peuvent exercer un contrôle significatif sur ces caractéristiques au cours des étapes 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 coûts encourus par le client par suite de l'indisponibilité de l'entité.

Les garanties peuvent être complétées ou remplacées par des contrats de service selon lesquels le fournisseur réalise, en plus des arrangements faits par le client, toute la maintenance préventive et corrective pendant une période de temps déterminée susceptible d'être renouvelée pour une période pouvant couvrir toute la durée de vie de l'entité. Dans ce dernier cas, les fournisseurs ont intérêt à intégrer un niveau optimal de fiabilité et de maintenabilité dans leur entité, avec en général des coûts d'acquisition plus élevés.

B.4 Coûts de responsabilité (civile)

Une responsabilité civile émerge dans le cas où un fournisseur omet de se conformer à ses obligations légales ou contractuelles.

Les coûts pour une infraction à la loi peuvent nécessiter d'être inclus dans le CCV. Cela est particulièrement important dans le cas d'entités présentant un fort potentiel de risque pour les personnes et/ou l'environnement, ou dans le cas de nouvelles entités pour lesquelles les risques impliqués peuvent ne pas être entièrement apparents et/ou bien compris. Des analyses de risque associées à un retour d'expérience et à un jugement d'expert peuvent être utilisées, si nécessaire, pour fournir une estimation de ces coûts.

Les coûts de responsabilité civile peuvent comprendre:

- les sanctions pénales et civiles;
- les dommages et intérêts;
- les coûts de réparation, de retrait ou de remplacement des produits;
- les frais encourus du fait de toute infraction supposée ou réelle comme les frais de justice, d'enquête et d'experts;
- l'atteinte à la réputation.

Les coûts de responsabilité peuvent être atténués par des actions, telles que celles exposées ci-dessous qui, lorsqu'elles sont entreprises, contribuent au CCV:

- ajout de mesures de sécurité;
- formation complémentaire sur l'utilisation correcte du produit;
- assurance pour les produits ou services défectueux, assurance de rappel du produit et assurance du contrat de responsabilité.

Lorsque ces actions ne sont pas entreprises, leurs coûts estimés peuvent toutefois être pertinents dans une estimation de CCV.

En fonction de la nature de l'organisation, ces coûts peuvent avoir été inclus en tout ou partie sous d'autres aspects du CCV.

Pour consulter les lignes directrices sur les techniques d'évaluation du risque, voir l'IEC/ISO 31010 [9]. Pour plus d'informations sur les risques liés aux projets, voir l'IEC 62198 [5].

B.5 Coûts d'opportunité, actualisations, inflation et taxes

B.5.1 Généralités

Les effets des actualisations, des augmentations, des coûts d'opportunité, de l'inflation, des taxes et des taux de change sont traités à l'Annexe C, où ils sont examinés plus en détail avec d'autres méthodes et techniques d'analyse.

B.5.2 Coûts d'opportunité

Afin d'améliorer une entité, il est souvent nécessaire de fournir des ressources supplémentaires tôt dans le cycle de vie. Ainsi, pour atteindre une sûreté de fonctionnement améliorée et les bénéfices qui en découlent, il peut être nécessaire de fournir des ressources supplémentaires, telles que des prototypes ou des dispositifs d'essai, aux premiers stades du cycle de vie du projet. Cependant, il est important de considérer que ces ressources représentent des fonds qui peuvent, au moins en théorie, être utilisés pour d'autres activités de l'entreprise, par exemple d'autres projets de développement. «L'opportunité» de ce gain est perdue par l'investissement fait dans l'amélioration de la sûreté de fonctionnement. Cette perte en retour est considérée comme un coût d'opportunité. Il convient que l'analyse du coût du cycle de vie prenne en compte le coût de cette perte d'opportunité lorsqu'elle considère les bénéfices de la sûreté de fonctionnement améliorée ou autres améliorations similaires (voir l'IEC 61014 [6]).

B.5.3 Taxes

Les taxes et subventions (y compris les subventions d'investissement et les dépenses fiscales) peuvent affecter les prix relatifs. Les prix du marché qui les incluent, pour celle-ci et d'autres raisons, peuvent ne pas refléter précisément les coûts d'opportunité ou les bénéfices. Dans l'analyse du coût du cycle de vie, l'ajustement des prix du marché pour les taxes n'est approprié que lorsque l'ajustement peut entraîner une différence de matériel. Cela est une affaire de jugement au cas par cas, mais il peut être important de corriger des différences entre les options dans l'incidence des taxes survenant des divers arrangements contractuels, tels que se fournir en interne ou en externe, louer ou acheter.

Il est généralement souhaitable d'exclure la plupart des taxes indirectes. Il convient d'examiner, en particulier, les taxes de type «valeur ajoutée» (par exemple, TVA) pour déterminer si leur insertion dans l'analyse est appropriée ou non. Il convient de déduire les taxes de type valeur ajoutée des prix du marché des entrées ou des sorties et par conséquent les exclure des calculs de coût. Il convient de ne faire aucun ajustement pour des taxes directes, telles que les impôts sur les revenus ou sur les sociétés, ni pour les tarifs d'importation ou les taxes de propriété. Il convient de traiter et d'inclure normalement les impôts directs, les taux et tarifs d'importation comme tout autre coût normal.

B.5.4 Taux de change

Le taux de change est le prix auquel une monnaie est échangée contre une autre. Ce taux varie suivant les conditions d'offre et de demande des dites monnaies sur le marché. Il convient de considérer les taux de change lorsque les entités ou services sont achetés ou vendus à différents pays et dans différentes monnaies. Les termes du contrat peuvent définir où se trouve le risque associé à la fluctuation du change.

B.5.5 Principes comptables généralement acceptés

«Principes comptables généralement acceptés» (GAAP) est un terme utilisé pour faire référence au cadre standard des lignes directrices en matière de comptabilité financière appliquées dans toute juridiction donnée; ces principes sont traditionnellement connus sous le

nom de «normes comptables». Les GAAP comprennent les normes, conventions et règles observées par les comptables dans l'enregistrement et le résumé des transactions et dans la préparation des états financiers.

Les normes internationales d'information financière (IFRS) sont une alternative aux GAAP. Elles prévoient des conventions fondées sur des principes, des interprétations et un cadre adoptés par le Conseil des normes comptables internationales (IASB) et peuvent être plus appropriées pour certaines analyses du CCV.

Annexe C (informative)

Application des techniques d'évaluation financière

C.1 Généralités

L'évaluation du coût du cycle de vie peut habituellement être appliquée à un certain nombre de techniques d'évaluation financière. Les techniques financières suivantes sont censées appliquer les résultats de l'évaluation du coût du cycle de vie.

C.2 Actualisation de trésorerie

L'utilisation de l'actualisation de la trésorerie est un principe fondamental largement appliqué à l'évaluation des investissements. Le but de l'analyse d'actualisation de trésorerie est de déterminer la valeur présente nette (NPV) des différentes fluctuations de coûts à venir. Il convient de bien comprendre la sensibilité de l'analyse au risque d'inflation avant de se fier à cette analyse.

C.3 Retour sur investissement

Le retour sur investissement peut être utilisé dans une évaluation d'investissement pour déterminer si un investissement futur est viable. Si le retour sur investissement calculé est plus élevé que le taux de retour exigé par un investisseur, alors l'investissement est considéré comme rentable.

Le retour sur investissement est un cas spécial de l'analyse d'actualisation de trésorerie où le retour de pourcentage de profit sur l'investissement est calculé sur la base d'une valeur présente nette de zéro. Cela implique un cas «rentable», où le fonds de roulement escompté équilibre le reste, avec un taux minimal à atteindre ou à dépasser. Si, par exemple, une société exige un retour de 12 % pour qu'elle investisse dans un nouveau projet, alors le retour sur investissement calculé doit être d'au moins 12 %.

C.4 Dépréciation et amortissement

La dépréciation et l'amortissement sont connus sous le nom de charges hors trésorerie, la société ne dépensant pas d'argent sur elles. Il est généralement raisonnable de les ignorer pour les besoins du CCV car elles ont tendance à masquer les sensibilités des comparaisons d'analyse du fond de roulement d'une société.

La dépréciation est une convention comptable sur les taxes qui permet aux sociétés de tirer un bénéfice sur les dépenses de capital en tant que biens, tels que les ordinateurs, l'usine, les machines pour justifier de leur usure. Il y a généralement des périodes fixées durant lesquelles un bien peut subir une dépréciation avant d'être inscrit «bon pour la casse», ou rayé et remplacé.

L'amortissement est semblable à la dépréciation, utilisée pour les actifs corporels, et à l'épuisement, utilisé avec les ressources naturelles. L'amortissement couvre à peu près le montant d'un actif avec les revenus qu'il génère.

C.5 Analyse coût-avantage

Dans le cas d'une série d'options CCV, une méthode doit être utilisée pour identifier l'efficacité de chaque option à répondre aux exigences spécifiées. Cela est généralement possible grâce à une analyse coût-avantage. Elle exprime le résultat d'une analyse d'arbitrage qui identifie la solution la plus rentable parmi celles disponibles (une expression commune utilisée est «en avoir pour son argent»).

Il y a un vrai risque à accepter l'option de CCV la moins chère sans prendre en considération la quantité d'exigences qui ont été sacrifiées en comparaison à d'autres options plus onéreuses.

Des facteurs communs utilisés pour l'arbitrage de CCV sont:

- la disponibilité opérationnelle;
- la disponibilité intrinsèque;
- le coût des pièces de rechange;
- le coût en ressources humaines;
- la probabilité de réussite de la mission.

La comparaison d'options par rapport à des critères d'évaluation similaires peut modifier l'ordre de préférence des options de façon significative.

C.6 Valeur temporelle de l'argent

La valeur temporelle de l'argent est un des concepts fondamentaux de la théorie financière. L'idée est très simple: une somme d'argent donnée vaut actuellement davantage que la certitude de recevoir la même somme d'argent à une date future. En outre, une somme d'argent donnée à recevoir à une date future spécifique vaut davantage que la même somme d'argent à recevoir à une date encore plus éloignée.

L'argent reçu aujourd'hui peut être investi et, à l'aide du calcul des intérêts composés, la valeur actuelle de l'investissement peut être calculée.

Au lieu de calculer les intérêts d'année en année, il serait aisé de considérer la valeur future d'un investissement grâce à une formule permettant de calculer les intérêts composés. Cette formule est la suivante:

$$P_V = P_S(1 + R)^n$$

où:

P_V est la valeur au terme de n années;

P_S est la valeur au début de l'investissement;

R est le taux d'intérêt (0,0 à 1,0);

n est le nombre d'années d'investissement.

Par exemple, si un intérêt composé de 5 % est reçu sur 100 CU (unité monétaire), la valeur après cinq ans est calculée comme suit:

$$P_V = 100 \text{ CU}(1,05)^5$$

soit 127,63 CU.

Annexe D (informative)

Structures de décomposition du coût par étape du cycle de vie

D.1 Généralités

Chaque étape du cycle de vie d'un système comprend des activités qui contribuent à son CCV. L'Annexe D répertorie pour chaque étape certaines activités caractéristiques pour lesquelles les coûts peuvent être identifiés. Il convient d'identifier les coûts des activités supplémentaires précisément associées à l'entité à l'étude au moment où l'analyse est effectuée, si cela est exigé.

D.2 Élément de coût d'une étape du cycle de vie

D.2.1 Généralités

Les étapes du cycle de vie d'un système sont définies à l'Annexe B de l'IEC 60300-1:2014 [1]. Chacune de ces étapes est décrite brièvement et un ensemble d'éléments de coût potentiels est présenté, l'ISO/IEC/IEEE 15288 [7] servant de référence pour les processus, activités et tâches du cycle de vie.

D.2.2 Concept

Les coûts de l'étape de concept sont attribués à diverses activités conduites dans le but de s'assurer qu'une conception ou solution d'achat réalisable est identifiée à partir des spécifications techniques générales du système à l'étude. Ces coûts comprennent généralement:

- étude de marché;
- gestion de projet;
- concept du système et analyse préliminaire de conception;
- vérification de faisabilité;
- préparation d'une spécification fonctionnelle du système.

D.2.3 Développement

Les coûts de développement impliquent en premier lieu la décision d'acheter ou de construire, puis transforment la spécification fonctionnelle en des systèmes souhaités capables de prouver leur conformité à ces exigences de spécification. Ces coûts comprennent généralement:

- gestion de projet;
- ingénierie de système et de conception, y compris les considérations de fiabilité, maintenabilité et supportabilité;
- approvisionnement et fonctions contractuelles associées pour la solution «achat»;
- documentation de conception;
- fabrication de prototype;
- développement logiciel et matériel;
- essai et évaluation;
- ingénierie de productibilité et planification;
- sélection de fournisseurs;

- démonstration et validation de prototypes;
- gestion des risques;
- gestion de la qualité;
- gestion de la configuration.

D.2.4 Réalisation

Cette étape met en œuvre les décisions d'achat ou de construction pour l'acquisition et/ou la fabrication de l'entité finale et de ses composants. Les coûts de construction ou d'achat sont affectés au nombre exigé de systèmes ou fournissent un service spécifié en continu. Les activités (coûts) dans cette étape sont subdivisées entre celles qui sont non récurrentes et celles qui sont récurrentes pour chaque entité ou service fourni. Ces coûts sont soumis à la décision d'achat ou de construction et comprennent la transition de la production à l'exploitation. Les coûts suivants sont généralement inclus.

a) Non récurrents:

- ingénierie industrielle et analyse d'opérations;
- construction d'installations;
- outillage de production et équipement d'essai;
- soutiens spéciaux et équipement d'essai;
- pièces de rechange et kits de réparation;
- formation initiale;
- documentation;
- logiciel;
- essai (essai de qualification).

b) Récurrents:

- ingénierie et gestion de la production;
- maintenance des installations;
- fabrication (main-d'œuvre, matériaux, etc.);
- inspection et contrôle de la qualité;
- montage;
- installation et vérification;
- emballage, stockage, expédition et transport;
- formation continue;
- assurance.

NOTE La classification des coûts en coûts récurrents ou non récurrents dépend de la perspective de l'organisation qui réalise l'analyse (par exemple, le fabricant ou l'utilisateur).

D.2.5 Utilisation

Cette étape commence par la réalisation des activités de transition depuis la production et comprend les coûts d'exploitation, de maintenance et d'attribution des ressources des systèmes en vue d'atteindre leur objectif de conception. Les coûts incluent également l'exploitation et la maintenance de tout équipement de soutien associé pendant l'étape d'utilisation prévue du système. Les coûts suivants sont généralement compris.

a) Exploitation:

- personnel et sa formation;
- matériaux et consommables du processus opérationnel;
- énergie (par exemple, électricité ou combustible);

- équipements et installations de soutien (par exemple, simulateurs);
 - modifications de la configuration.
- b) Maintenance:
- personnel et sa formation;
 - équipement/usine et installations de soutien;
 - services contractuels;
 - pièces de rechange et matériaux;
- c) Attribution générale des ressources:
- support informatique et gestion des informations associées;
 - installations de stockage;
 - emballage, manutention, stockage et transport (logistique).
- d) Services de soutien:
- services aux entreprises;
 - soutien administratif;
 - assurance et certification.

D.2.6 Amélioration

L'étape d'amélioration peut être isolée ou parallèle à l'étape d'utilisation. Cette étape implique l'amélioration de la performance du système et l'ajout régulier de nouvelles fonctions pour répondre aux demandes croissantes des utilisateurs, allonger la durée de vie en fonctionnement et lutter contre l'obsolescence. Elle peut inclure:

- mise à jour/mises à niveau logiciel et matériel;
- collecte et analyse de données visant précisément à vérifier la capacité des systèmes existants et leurs régimes de soutien;
- évaluation de la performance du processus et du système;
- évolution des plans de maintenance et d'exploitation;
- modifications des systèmes pour satisfaire à des exigences changeantes et obtenir des données plus certaines.

D.2.7 Retrait

Cette catégorie comprend les coûts de mise hors service et de mise au rebut éventuelles des versions anciennes ou obsolètes des systèmes. Dans certaines industries de service, telles que les industries nucléaires et chimiques, la mise au rebut de systèmes peut devenir un facteur de coût important et générer des pénalités substantielles. Ces coûts comprennent généralement:

- gestion de l'isolation et du stockage;
- démontage et préparation en vue du transport;
- actions de recyclage et/ou de stabilisation;
- passivation et stockage/dispersion permanents.

Des avantages supplémentaires (c'est-à-dire, coût ou revenu négatif) peuvent découler des aspects suivants:

- récupération/recyclage;
- vente;
- réaffectation.

D.3 Explication de l'élément de coût

D.3.1 Généralités

Les éléments de coût énumérés dans l'Article D.2 comprennent généralement un grand nombre d'activités ou de sources de coût et sont décrits dans les paragraphes suivants.

D.3.2 Gestion de projet

La gestion de projet renferme les coûts associés aux fonctions de gestion pour atteindre les objectifs d'ensemble du projet à n'importe quelle étape du cycle de vie. Ces activités comprennent entre autres: gestion de la configuration, management de la qualité, gestion des coûts/des délais, gestion des données, gestion des contrats, gestion des intermédiaires et gestion du soutien à l'entité.

D.3.3 Ingénierie

Les coûts d'ingénierie englobent la main-d'œuvre, les matériaux, les frais généraux et autres coûts directs associés aux activités de conception et de développement. Ils comprennent également les coûts liés à l'ingénierie et à l'intégration de l'entité, à l'ingénierie de conception et à l'assistance à la conception.

D.3.4 Ingénierie de productibilité et planification

Ces coûts sont associés à la planification et à l'ingénierie exigées pour s'assurer que la productibilité économique de l'entité est rentable et respectueuse des délais avant d'autoriser la production. Ils comprennent les efforts exigés pour étudier la productibilité de l'entité ainsi que le développement du processus de production. Ces coûts peuvent se reproduire en cas de changement de donneur d'ordre ou de modification des processus de conception ou de production.

D.3.5 Fabrication

Les coûts de fabrication comprennent les coûts directs de main-d'œuvre et de matériaux et les frais généraux associés à l'acquisition et à la manipulation du matériel, à l'outillage et aux équipements d'essai à des fins de production, fabrication, montage, intégration et essai.

D.3.6 Installations

Les coûts d'installation sont associés à la construction, maintenance et modernisation des installations et à l'outillage nécessaire pour la production.

D.3.7 Equipement d'essai et de soutien

Les coûts des équipements d'essai et de soutien sont associés aux équipements et outils habituels uniques exigés pour entretenir et prendre soin d'une partie de l'entité ou de l'entité dans son ensemble.

D.3.8 Formation initiale

Les coûts sont encourus pour veiller à ce qu'un personnel dûment qualifié soit disponible pour faire fonctionner et entretenir l'entité à son arrivée sur le terrain. Les coûts liés à la formation des instructeurs sont également inclus.

D.3.9 Pièces de rechange et kits de réparation

Les coûts initiaux et non récurrents prévus pour le fonctionnement et l'entretien de l'entité pendant la période initiale de service sont inclus.

D.3.10 Consommables

Les consommables sont les coûts des matériaux consommés au cours du fonctionnement et du soutien de l'entité. Ces matériaux comprennent entre autres le papier, les huiles de graissage, les combustibles et les produits de nettoyage.

D.3.11 Prestataires de services

Les coûts des prestations de services sont les coûts associés à l'assistance, au conseil, à l'instruction, à la formation, à l'exploitation et à la maintenance faisant l'objet d'un contrat séparé.

Annexe E (informative)

Evaluation des intangibles

E.1 Généralités

De nombreuses décisions portant sur la conception d'une entité exigent de tenir compte des impacts futurs qui ne sont pas facilement quantifiés en termes financiers et qui sont donc intangibles par nature. De tels événements futurs sont de plus en plus importants à mesure que l'entreprise se concentre sur des impacts à long terme, tels que les effets néfastes sur l'environnement ou le patrimoine, qui nuisent à la qualité de vie ou à l'intégrité culturelle, non mesurables immédiatement.

La prise en compte de ces impacts intangibles futurs en tant que mesures financières quantifiées peut modifier l'équilibre des bienfaits et des atteintes générés par diverses solutions de conception. L'utilisation de résultats tangibles et intangibles distincts dans les évaluations ne fournit pas la base de référence commune nécessaire à la quantification du risque et/ou aux études de compromis associées, qui incorporent tous les résultats possibles à partir d'une entreprise particulière.

L'élaboration d'une mesure de référence commune à toutes les données d'entrée dans un même effort de CCV exige d'évaluer les intangibles selon un niveau d'exactitude convenu à l'avance. Un certain nombre de méthodes peuvent transformer un intangible manifestement indéfinissable, tel que la perte de valeur du patrimoine, en une valeur financière suffisamment exacte pour justifier sa prise en compte dans un programme de CCV.

Les questions de santé et de sécurité communautaires sont intimement liées aux agendas politiques et juridiques nationaux et internationaux. Dans la mesure où les résultats d'une analyse du coût du cycle de vie peuvent être sujets à interprétation, il convient de prendre soin d'éliminer toute possibilité d'interprétation erronée ou de mauvais usage.

E.2 Intangibles

Les intangibles sont souvent définis comme un actif, un avantage ou un préjudice dont la valeur est difficile à mesurer précisément. Les éléments suivants sont des exemples d'intangibles.

- Perte d'infrastructures ou accès fermé de la communauté à des installations de loisirs gratuites en raison de la pollution des voies navigables publiques ou des parcs par des contaminants tels que les eaux usées ou les effluents.
- Perte de valeur des organisations ou des individus en raison de l'atteinte à l'image publique causée par des événements défavorables affectant la santé ou le bien-être de la communauté.
- Dommages environnementaux qui peuvent être permanents ou réversibles seulement après une très longue période.
- Perte de parts de marché.
- Perte d'image corporative sur un marché.
- Perte de revenus associée à l'incapacité à pénétrer de nouveaux marchés.
- Propriété intellectuelle.

L'application des intangibles dans les évaluations du CCV exige la satisfaction de deux critères (adaptés de l'IAS 38 [8]):

- il est probable que les avantages (ou préjudices) futurs imputables à un événement (tel qu'un mode de défaillance) se produisent, et
- la valeur de cet avantage ou de ce préjudice imputable à un événement peut être mesurée de manière fiable.

E.3 Méthodes d'estimation

L'IAS 38 [8] fournit une description formelle des méthodes d'évaluation applicables à un grand nombre d'immobilisations incorporelles considérées comme étant les actifs financiers d'une organisation. L'estimation de la perte de tels actifs est effectuée facilement par la fonction comptable d'une organisation.

Toutefois, de nombreux impacts intangibles provoqués par des défaillances du système sortent du cadre de l'IAS 38. Les procédés suivants sont des méthodes alternatives pour estimer les impacts négatifs futurs des défaillances du système dont les coûts ne peuvent pas être déterminés en raison de l'absence d'un marché établi.

- 'Consentement à payer révélé': représente l'affectation d'une valeur aux résultats qui génèrent une estimation à partir de données réelles ou expérimentales du marché.
- 'Préférence à payer déclarée directement': repose sur un sondage d'opinion; par exemple, «jugement d'expert», «méthode Delphi» ou enquêtes menées auprès de parties prenantes.
- 'Préférence à payer déclarée indirectement': telle que la «Modélisation du choix», qui repose sur un modèle d'utilité aléatoire exigeant un volume considérable de données en vue d'assurer un niveau acceptable de «certitude». Cette approche exige de formuler des réponses à des ensembles de questions ou de choix contenant le statu quo comme point de référence.
- 'Enquête directe': lorsque les parties prenantes sont directement interrogées pour obtenir un résultat. Un exemple de cette approche est le consensus représentatif des parties prenantes. Selon cette méthode, une question est formulée par un facilitateur de façon à permettre à la majorité des participants de répondre facilement par oui ou par non (O/N) avant de réduire progressivement l'intervalle. Cet intervalle fait généralement l'objet d'une question comparative exigeant la réduction progressive d'une vaste sélection de départ. Par exemple, lorsqu'un coût acceptable pour atteindre un résultat doit être identifié, les questions peuvent commencer par: «Vaut-il la peine de dépenser 100 CU pour atteindre ce résultat ?» (O/N) et «Vaut-il la peine de dépenser 10 000 000 CU pour atteindre ce résultat ?» (O/N). En partant du principe que les participants répondent «Oui» à la première question et «Non» à la seconde, les valeurs inférieure et supérieure sont ensuite rapprochées (par exemple, 1 000 CU et 1 000 000 CU) et les questions reposées. Cet exercice est répété jusqu'à ce qu'un intervalle suffisamment restreint ou une valeur spécifique ait été approuvé.

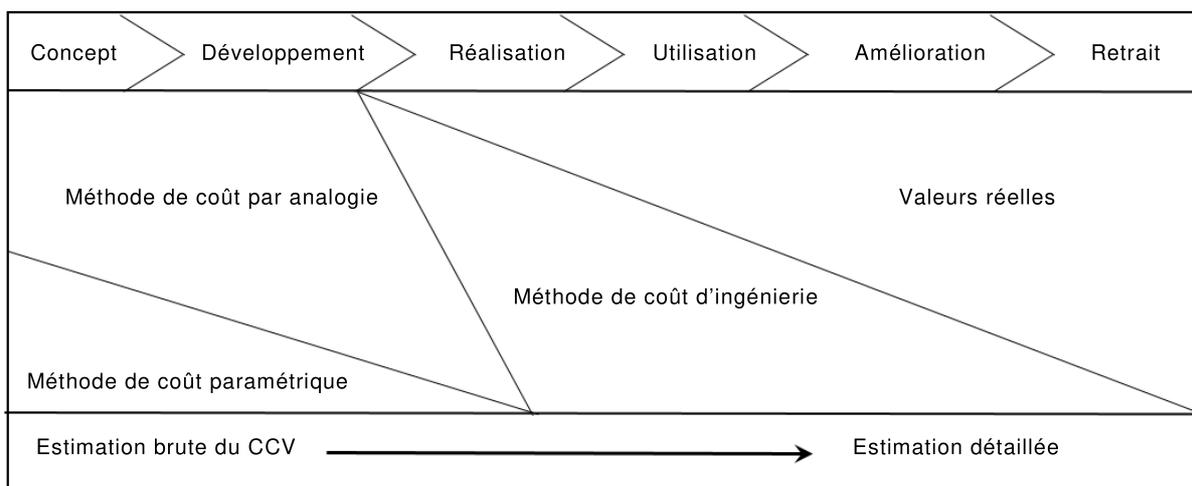
Il convient de toujours appliquer ces approches avec soin, car les préjugés personnels peuvent fausser les résultats.

Annexe F (informative)

Méthodes d'estimation des éléments de coût

F.1 Généralités

La méthode la plus adaptée pour l'estimation des coûts dépend de l'étape du cycle de vie de l'entité à laquelle l'estimation est réalisée et du niveau de détail exigé. La Figure F.1 indique le moment auquel chaque méthode peut être appropriée, mais il convient que la sélection fasse partie du processus de planification.



IEC

Figure F.1 – Sources potentielles de coûts

La Figure F.1 indique que pendant l'étape de concept, les coûts ne peuvent être estimés qu'au moyen d'une analyse reposant sur des entités similaires ou les liens présumés entre les éléments de coûts. A mesure que la conception évolue, il devient possible d'affiner les estimations grâce à des calculs s'appuyant sur des entités spécifiques incluses dans la conception, jusqu'à ce qu'il soit finalement possible de baser tous les coûts sur des valeurs réelles.

F.2 Méthode de coût paramétrique

La méthode de coût paramétrique utilise des paramètres et variables significatifs pour développer les relations d'éléments de coût, généralement représentées sous forme d'équations. Un paramètre dans les relations d'éléments de coût reflète un facteur de conversion d'un système d'unités à l'autre. Il peut s'agir d'un prix ou d'un ratio dérivé empiriquement. Par exemple, le coût de la main-d'œuvre pour la construction d'acier peut être calculé à l'aide d'un ratio mobilisant le nombre de tonnes d'acier et le nombre d'heures de travail.

Un exemple de méthode de coût paramétrique utilisée pour un calcul de coût de maintenance corrective active pour un sous-système P_{14} , est donné à la Figure F.2.

NOTE Le temps de maintenance corrective active est défini dans l'IEC 60050-192:2015, 192-07-10 [10].

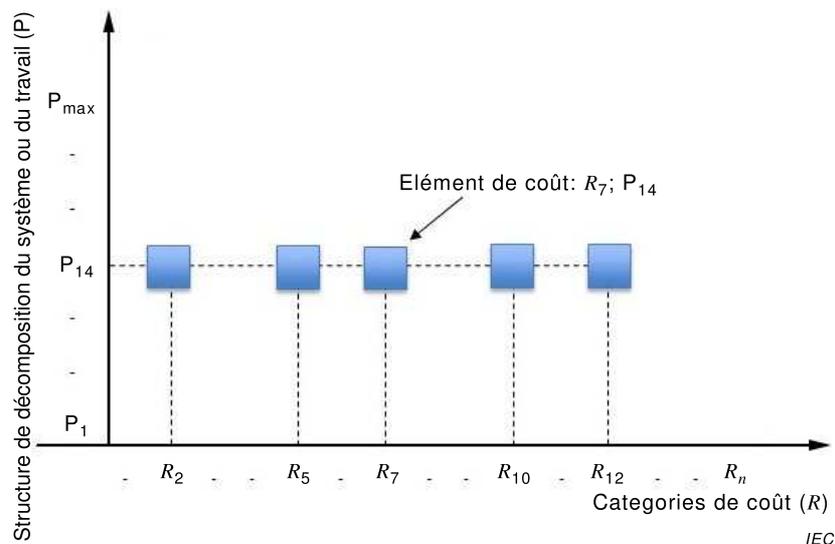


Figure F.2 – Exemple d'éléments de coût utilisés dans une analyse de coût paramétrique

Dans la Figure F.2:

- R_2 est le coût d'investissement en équipement d'essai, atelier (non récurrent);
- R_5 est le coût d'investissement en pièces, atelier (non récurrent);
- R_7 est le coût de main-d'œuvre, site (annuel, récurrent);
- R_{10} est le coût de main-d'œuvre, atelier (annuel, récurrent);
- R_{12} est le coût de consommation de pièces de rechange, atelier (annuel, récurrent);
- P_{14} est le sous-système P_{14} .

D'autres catégories de coûts ne sont pas pertinentes au sous-système P_{14} .

Le coût de maintenance corrective active pour le sous-système P_{14} sur une période de 10 années (sans tenir compte des effets de l'inflation, etc.) est calculé comme suit:

$$\text{Coût}(R_2; P_{14}) + \text{Coût}(R_5; P_{14}) + \{\text{Coût}(R_7; P_{14}) + \text{Coût}(R_{10}; P_{14}) + \text{Coût}(R_{12}; P_{14})\} \times 10$$

où, par exemple, le coût lié à l'élément $(R_7; P_{14})$ est calculé comme suit:

$\text{Coût}(R_7; P_{14})$ est le coût de main-d'œuvre, de maintenance corrective active sur site pour le sous-système P_{14}

$$\text{Coût}(R_7; P_{14}) = QP_{14} \times ZP_{14} \times CL \times n \times \text{MRT coût/an}$$

où:

QP_{14} est la quantité ou le nombre d'entités;

ZP_{14} est le nombre prévu de défaillances/an pour le sous-système P_{14} ;

CL est le coût de main-d'œuvre/heure;

n est le nombre de personnes nécessaires pour réparer;

MRT est la durée moyenne de réparation en heures/action.

En partant du principe que:

- QP_{14} = une entité/système;
- ZP_{14} = 0,3 défaillance/an;

- $CL = 50$ CU/h;
- $n =$ une personne;
- $MRT = 2,4$ h/action;

alors:

$$\text{Coût}(R_7; P_{14}) = 1 \times 0,3 \times 50 \times 1 \times 2,4 = 36 \text{ CU/an.}$$

Pour calculer le coût de main-d'œuvre sur 10 ans, il convient que le résultat soit multiplié par 10 (ignorant les effets de l'inflation, etc.).

Si différents facteurs, par exemple inflation ou actualisation, doivent être pris en compte, ils peuvent être inclus dans l'estimation du coût relié à chaque élément ou à un niveau plus élevé d'élément de coût dans le modèle CCV. D'autres coûts sont calculés de façon similaire, par exemple $\text{Coût}(R_{10}; P_{14})$.

F.3 Méthode de coût par analogie

Dans cette méthode, des estimations de coût fondées sur l'expérience acquise avec une entité ou une technologie similaire sont utilisées. Elle emploie des données historiques, mises à jour pour refléter la croissance des coûts, les effets des avancées technologiques, etc. Cette technique est probablement l'une des méthodes les moins complexes et les plus rapides. Elle s'applique facilement aux composants de l'entité pour lesquels il existe des données actuelles et historiques.

La méthode de coût par analogie peut être représentée par l'exemple suivant où une estimation du coût des pièces et des matériaux d'une alimentation électrique, en se servant de l'expérience à partir d'une ancienne unité électrique, est utilisée avec les informations suivantes.

- Entité: alimentation électrique.
- Étape du cycle de vie: étape de fabrication.
- Catégorie de coût: pièces et matériaux.

Pour une alimentation électrique un peu moins complexe produite il y a quatre ans, le coût des pièces et matériaux était 220 CU. Une augmentation globale du coût sur quatre ans est estimée à 5 %.

Le coût des pièces supplémentaires est d'environ 50 CU.

Par conséquent, le coût des pièces et matériaux pour la nouvelle alimentation électrique est estimé être:

Coût des pièces et matériaux pour l'ancienne unité multiplié par $(1 + 0,05)$ plus coût des pièces supplémentaires:

$$\text{Coût} = 220 \times 1,05 + 50 = 281 \text{ CU.}$$

F.4 Méthode de coût d'ingénierie

La méthode de coût d'ingénierie implique l'estimation directe des attributs de coût pour les éléments de coût particulier par l'examen de l'entité composant par composant ou pièce par pièce. Souvent, des facteurs de coût établis de façon habituelle, par exemple, les estimations de fabrication et d'ingénierie courante, sont utilisés pour développer le coût de chaque élément et sa relation aux autres éléments. Des estimations disponibles plus anciennes

peuvent être mises à jour par l'utilisation de facteurs appropriés, par exemple des facteurs d'augmentation et d'actualisation annuels.

La méthode de coût d'ingénierie peut être représentée par l'exemple suivant concernant le coût lié à un élément de coût récurrent.

Le coût de la main-d'œuvre pour la fabrication d'une alimentation électrique doit être estimé et les informations suivantes sont données.

- Entité: alimentation électrique.
- Étape du cycle de vie: étape de fabrication.
- Catégorie de coût: pièces et matériaux.

D'après l'évaluation détaillée des étapes de fabrication fournie par le service de fabrication, la consommation de temps pour la production d'une unité de l'alimentation électrique particulière est de 38,80 heures par personne. Si le coût de la main-d'œuvre est l'unité monétaire (CU) 54,50 heures par personne, pour la production d'une unité:

Coût total de la main-d'œuvre = $38,80 \times 54,50 = 2\,114,60$ CU.

Annexe G (informative)

Exemple de comparaison de CCV

G.1 Généralités

L'exemple simplifié suivant montre comment le CCV peut être utilisé pour choisir parmi les différentes configurations et procédures d'exploitation d'un système.

Les chiffres de coût ne servent qu'à illustrer la méthode, mais les valeurs indiquées sont possibles en pratique.

G.2 Exemple simple de comparaison de CCV

G.2.1 Généralités

Un calcul du CCV est exigé pour quatre configurations et procédures d'exploitation possibles en vue de couvrir une période de fonctionnement de 10 ans égale à 72 000 heures de service.

Le système à l'étude exige l'équivalent de cinq pompes standards fonctionnant à 100 % de leur capacité pour atteindre son rendement prévu.

Les hypothèses générales suivantes sont émises (1 kCU correspond à 1 000 unités monétaires (CU)):

- le coût d'une pompe, y compris l'installation, est supposé être 20 kCU;
- la maintenance préventive d'une pompe prend deux heures par an et n'affecte pas la production;
- la pompe a une durée de vie distribuée selon une loi Weibull avec un bêta de 2,0 et une durée de vie caractéristique (êta) de 20 000 heures;
- la réparation d'une pompe coûte 10 kCU en pièces de rechange et huit heures pour l'équipe de réparation (coût de 500 CU/h);
- chaque pompe consomme 2 kW d'électricité lorsqu'elle fonctionne à pleine charge et 1,34 kW lorsqu'elle fonctionne à moyenne charge;
- le coût de 1 kWh est 70 CU;
- le coût de la production perdue est 20 kCU/h;
- les taux d'intérêt et l'inflation ne sont pas pris en compte.

Les configurations et procédures d'exploitation possibles sont décrites dans les paragraphes suivants.

G.2.2 Option de configuration 1

Dans cette option, cinq pompes sont installées et fonctionnent donc sans redondance. Lors d'une réparation, l'ensemble du système est arrêté.

G.2.3 Option de configuration 2

Dans cette option, 10 pompes sont installées en redondance chaude, c'est-à-dire que chaque pompe ne fournit que 50 % du débit, mais peut aussi en fournir la totalité si la deuxième pompe fait l'objet d'une défaillance.

G.2.4 Option de configuration 3

Dans cette option, 10 pompes sont installées en redondance froide. Dans ce cas, un système de surveillance démarre la pompe de secours si la première pompe fait l'objet d'une défaillance. Il est posé par hypothèse qu'une pompe en état de non-fonctionnement a un taux de défaillance de seulement 10 % par rapport à une pompe en état de fonctionnement. Le système de surveillance coûte 10 kCU, consomme 0,2 kCU d'électricité par an et présente une fiabilité de 0,90.

G.2.5 Option de configuration 4

Dans cette option, six pompes sont installées, cinq d'entre elles étant en état de fonctionnement et une en état de non-fonctionnement. Dans le cas où l'une des cinq premières pompes fait l'objet d'une défaillance, la pompe de secours doit être démarrée manuellement et reliée aux canalisations de la pompe défaillante. En règle générale, cette manipulation prend 15 min. Des valves et tuyaux supplémentaires coûtent 50 kCU. Il est posé par hypothèse que le système est continuellement surveillé par un opérateur.

G.2.6 Calcul du CCV

Le Tableau G.1 représente un résumé des calculs du CCV. Lors de la réalisation de ces calculs, les temps d'indisponibilité de production suivants ont été mesurés:

- option 1: 32 h;
- option 2: < 0,1 h;
- option 3: 3,2 h;
- option 4: 1 h.

Il peut être constaté à partir du Tableau G.1 que l'option 4 offre les coûts d'exploitation les plus bas sur la période de 10 ans, bien que l'option 1 ait les plus faibles coûts d'équipement et d'installation.

Tableau G.1 – Résumé des comparaisons de CCV

Élément de coût	Coût de l'option 1 (kCU)	Coût de l'option 2 (kCU)	Coût de l'option 3 (kCU)	Coût de l'option 4 (kCU)
Équipement et installations	100	200	210	150
Pièces de rechange	40	80	44	41
Maintenance préventive	50	100	100	60
Maintenance corrective	16	32	17,6	16,4
Production perdue	640	≈ 0	64	20
Coûts d'exploitation (Puissance élec.)	50,4	67,5	52,4	50,4
CCV total	896,4	479,5	488	337,8

Bibliographie

- [1] IEC 60300-1:2014, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 1: Lignes directrices pour la gestion et l'application*
 - [2] IEC 62402, *Gestion de l'obsolescence – Guide d'application*
 - [3] Saaty, Thomas L.. "*Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/Network Process*". Review of the Royal Academy of Exact, Physical and Natural Sciences, Series A: Mathematics (RACSAM), (June 2008), 102 (2): 251–318 (disponible en anglais seulement).
 - [4] IEC 62508, *Lignes directrices relatives aux facteurs humains dans la sûreté de fonctionnement*
 - [5] IEC 62198, *Gestion des risques liés à un projet – Lignes directrices pour l'application*
 - [6] IEC 61014, *Programmes de croissance de fiabilité*
 - [7] ISO/IEC/IEEE 15288, *Systems and software engineering – System life cycle processes* (disponible en anglais seulement)
 - [8] IAS 38, *Intangible Assets* (disponible en anglais seulement)
 - [9] IEC/ISO 31010, *Gestion des risques – Techniques d'évaluation des risques*
 - [10] IEC 60050-192:2015, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 192: Sûreté de fonctionnement* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch