

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
TR 62096**

Première édition
First edition
2002-09

**Centrales nucléaires –
Système de contrôle commande
et d'instrumentation –
Guide pour décider d'une modernisation**

**Nuclear power plants –
Instrumentation and control –
Guidance for the decision
on modernization**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 62096:2002

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC**
TR 62096

Première édition
First edition
2002-09

**Centrales nucléaires –
Système de contrôle commande
et d'instrumentation –
Guide pour décider d'une modernisation**

**Nuclear power plants –
Instrumentation and control –
Guidance for the decision
on modernization**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application et objet	10
2 Documents référencés dans le rapport technique.....	12
3 Termes et définitions	14
4 Abréviations.....	18
5 Motivation de la modernisation	18
5.1 Généralités	18
5.2 Facteurs de motivation d'ordre économique.....	18
5.3 Facteurs de motivation relatifs à la sûreté.....	22
5.4 Synthèse des motivations d'une modernisation.....	22
6 Présentation générale de la décision de modernisation.....	24
6.1 Cycle de vie du CC	24
6.2 Stratégie du CC long terme	28
6.3 Etudes de faisabilité	32
6.4 Spécifications pour l'appel d'offre et achat de systèmes élémentaires	48
7 Eléments de réflexion concernant la modernisation.....	52
7.1 Codes et normes réglementaires	52
7.2 Politique générale de l'entreprise et codes d'ingénierie.....	52
7.3 Besoins futurs du système de sûreté et de commande du procédé	52
7.4 Fiabilité du système de CC	56
7.5 Considérations économiques.....	58
7.6 Etude des risques et avantages	58
7.7 Classement de sûreté	60
7.8 Exigences relatives à la qualification d'équipement.....	60
7.9 Exigences de qualification de logiciels	62
7.10 Contraintes physiques	64
7.11 Aspects technologiques	64
7.12 Disponibilité de l'équipement (livraison et assistance technique)	68
7.13 Ergonomie	68
7.14 Analyse DPD	72
7.15 Séparation et protection contre les incendies et les inondations	74
7.16 Incertitude et calcul des points de consigne.....	74
7.17 Analyse du temps de réponse.....	76
7.18 Essais	76
7.19 Gestion de la documentation	76
7.20 Mise à niveau de la documentation technique de la centrale.....	78
7.21 Formation et qualification du personnel	80
7.22 Organisation du projet	82
7.23 Gestion de configuration.....	82
7.24 Interfaces vers les autres systèmes existants	82
7.25 Standardisation	82

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
1 Scope and object	11
2 Reference documents	13
3 Terms and definitions	15
4 Abbreviations	19
5 Motivation for modernization	19
5.1 General	19
5.2 Economic motivating factors	19
5.3 Safety motivating factors	23
5.4 Summary of motivations for modernization	23
6 Modernization decision overview	25
6.1 I&C life cycle	25
6.2 Long-term I&C strategy	29
6.3 Feasibility studies	33
6.4 Tender specification and purchasing of the individual systems	49
7 Considerations for modernization	53
7.1 Regulatory codes and standards	53
7.2 Company policy and engineering standards	53
7.3 Safety and process control system future needs	53
7.4 I&C system reliability	57
7.5 Economic considerations	59
7.6 Risks and benefit study	59
7.7 Safety classification	61
7.8 Equipment qualification requirements	61
7.9 Software qualification requirements	63
7.10 Physical constraints	65
7.11 Technology considerations	65
7.12 Equipment availability (delivery and support)	69
7.13 Human factors	69
7.14 3D analysis	73
7.15 Separation and protection against fire and flooding	75
7.16 Uncertainty and set-point calculation	75
7.17 Response time analysis	77
7.18 Test procedures	77
7.19 Documentation management	77
7.20 Update of plant technical documentation	79
7.21 Training and staff qualification	81
7.22 Project organization	83
7.23 Configuration management	83
7.24 Interfaces to the other existing systems	83
7.25 Standardization	83

8	Réalisation.....	84
8.1	Introduction	84
8.2	Architecture cible.....	84
8.3	Ordre des étapes de mise à niveau.....	86
9	Recommandations	92
Annexe A Bibliographie internationale		96
Figure 1 – Structure de la CEI 62096		12
Tableau 1 – Phases du cycle de vie du CC		26

Withdrawn

8	Implementation	85
8.1	Introduction	85
8.2	Target architecture	85
8.3	Sequence of upgrading steps.....	87
9	Recommendations	93
Annex A Bibliography – International publications		97
Figure 1 – IEC 62096 Structure		13
Table 1 – I&C Life cycle phases		27

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CENTRALES NUCLÉAIRES – SYSTÈME DE CONTRÔLE COMMANDE ET D'INSTRUMENTATION – GUIDE POUR DÉCIDER D'UNE MODERNISATION

AVANT-PROPOS

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

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 62096, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation des réacteurs, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
45A/429/CDV	45A/442/RVC

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION AND CONTROL – GUIDANCE FOR THE DECISION ON MODERNIZATION

FOREWORD

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

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 62096, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 45A: Reactor instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
45A/429/CDV	45A/442/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical report 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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Les procédures classiques d'analyse de sûreté d'une centrale, de son exploitation et de sa maintenance renseigneront sur les éventuels besoins de remplacement ou de mise à niveau. Après de nombreuses années d'exploitation, les systèmes de contrôle commande (CC) ne sont peut être plus conformes aux exigences de sûreté courantes ou prévues prochainement. Ils peuvent aussi être obsolètes ou peu fiables, ou ne plus être aptes aux allongements de durée de vie. Dans ces conditions, la modernisation permet d'adapter les systèmes de CC afin de satisfaire aux exigences ou pour faire face aux problèmes et aux coûts relatifs à l'obsolescence ou au vieillissement du matériel. Les avantages offerts par un matériel de CC moderne peuvent être évalués au cours de la modernisation.

Withdrawn

INTRODUCTION

Normal procedures for evaluation of plant safety, operations and maintenance will provide information about potential needs for renewal or upgrades. After many years of operation the I&C systems may no longer fulfil actual or anticipated safety requirements, may be obsolete or unreliable, or may no longer be fit for required lifetime extensions. In such cases, modernization provides the way forward to adapt the I&C systems to meet the requirements or to deal with the problems and costs caused by the obsolescence or ageing of the equipment. During modernization, the benefits offered by modern I&C equipment can be evaluated.

Withdrawn

CENTRALES NUCLÉAIRES – SYSTÈME DE CONTRÔLE COMMANDE ET D'INSTRUMENTATION – GUIDE POUR DÉCIDER D'UNE MODERNISATION

1 Domaine d'application et objet

Le but de ce rapport technique est d'aider les propriétaires de centrales nucléaires lors du processus décisionnel et pendant la préparation de la modernisation partielle ou totale du CC. Pour cela, il propose:

- un rappel des facteurs motivant une modernisation du CC,
- les principales options pour l'élaboration de différent scénarios de modernisation du CC,
- les critères économiques et techniques pour le choix d'une stratégie de CC long terme,
- les principaux aspects à prendre en compte dans une étude de faisabilité technique détaillée.

De plus, ce rapport contient des recommandations détaillées et des conseils pratiques pour:

- l'analyse technique de l'état réel des systèmes de CC,
- le contenu du cahier des charges et la gestion de projet selon les recommandations contenues dans les rapports TECDOC 1016 et 1066 de l'AIEA,
- une réflexion sur la stratégie de modernisation.

Une attention particulière est portée à l'amélioration de l'IHM et de la sûreté du réacteur. Ce rapport ne fournit pas d'exigence de conception pour le CC. Nous supposons que les Codes et Guides de l'AIEA seront utilisés comme documents de haut niveau pour cela, alors que les publications de la CEI serviront essentiellement à la conception des systèmes, ainsi qu'à la définition des exigences portant sur les équipements et sur certaines méthodes de travail. Les références des Rapports de l'AIEA et certains autres documents contenant des renseignements plus détaillés sur des domaines spécifiques sont fournies.

La structure du rapport est donnée dans la figure 1. Il est recommandé de respecter l'ordre suivant: résumer d'abord les motivations les plus évidentes (article 5) puis monter un projet qui procède par étapes structurées et de plus en plus détaillées: Stratégie de CC long terme – Etudes de faisabilité – Cahier des charges pour l'appel d'offre et commande (article 6). Les articles 7 et 8 peuvent servir de liste de contrôle à chaque étape.

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION AND CONTROL – GUIDANCE FOR THE DECISION ON MODERNIZATION

1 Scope and object

The purpose of this technical report is to support owners of an NPP in the decision-making process and in the preparation for partial or complete modernization of the I&C. For this it provides:

- a summary of the motivating factors for I&C modernization,
- the principal options for the elaboration of different scenarios for I&C modernization,
- the technical and economic criteria for the selection of a long-term I&C strategy,
- the principal aspects to be taken into account for a detailed technical feasibility study.

In addition, this report contains detailed recommendations and practical advice for

- the technical evaluation of the actual status of the I&C systems,
- the content of the I&C system requirement specification and for the project management following the guidance given in IAEA TECDOC 1016 and 1066,
- considerations on modernization strategy.

Special attention is paid to the improvement of reactor safety and of the human machine interface. The report does not provide I&C design requirements. For these, it is assumed that the IAEA Codes and Guides are used as top level documents while IEC publications will be mainly used for system design, requirements on equipment and some work methods. IAEA reports and other documents are referenced to give information that is more detailed on specific areas.

The structure of the report is given in figure 1. The recommended sequence is first to summarize the more easily obtained motivations (clause 5) and then establish a project that works in structured and more and more detailed steps: Long-term I&C strategy – Feasibility studies – Tender specification and order (clause 6). Clauses 7 and 8 may be used as checklists during each step.

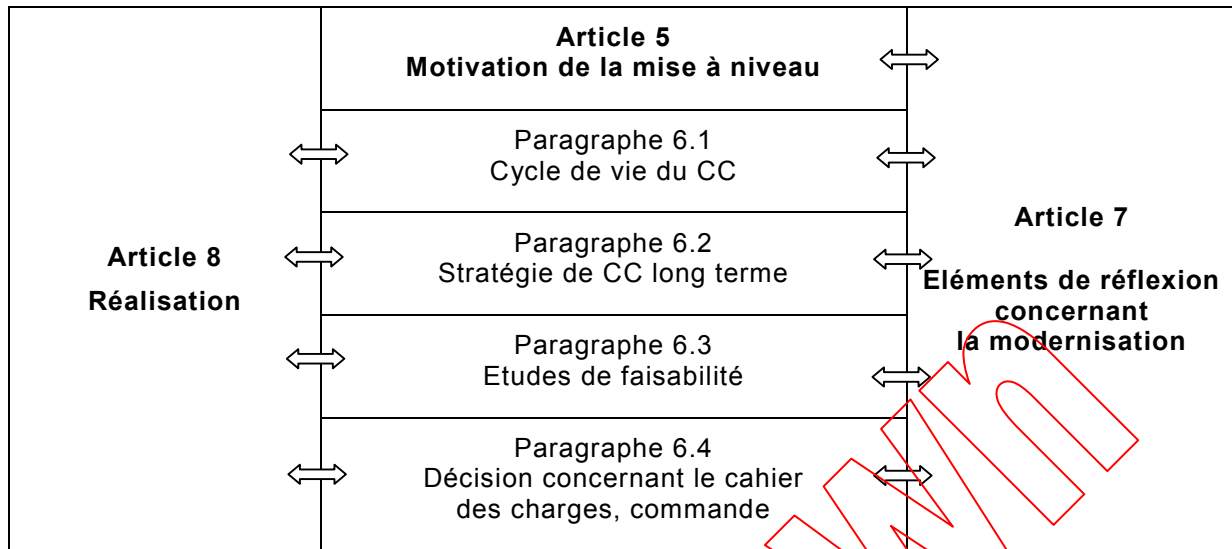


Figure 1 – Structure de la CEI 62096

IEC 2376/02

2 Documents de référence

CEI 60050(191):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60300-3-3:1996, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3: Guide d'application – Section 3: Evaluation du coût du cycle de vie*

CEI 60780:1998, *Centrales nucléaires – Equipements électriques de sûreté – Qualification*

CEI 60880:1986, *Logiciel pour les calculateurs utilisés dans les systèmes de sûreté des centrales nucléaires*

CEI 60880-2:2000, *Logiciel pour les calculateurs de sûreté des centrales nucléaires – Partie 2: Défense contre les défaillances de cause commune provoquées par le logiciel, utilisation d'outils logiciels et de logiciels prédéveloppés*

CEI 60964:1989, *Conception des salles de commande des centrales nucléaires de puissance*

CEI 60980:1989, *Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires*

CEI 60987:1989, *Calculateurs programmés importants pour la sûreté des centrales nucléaires*

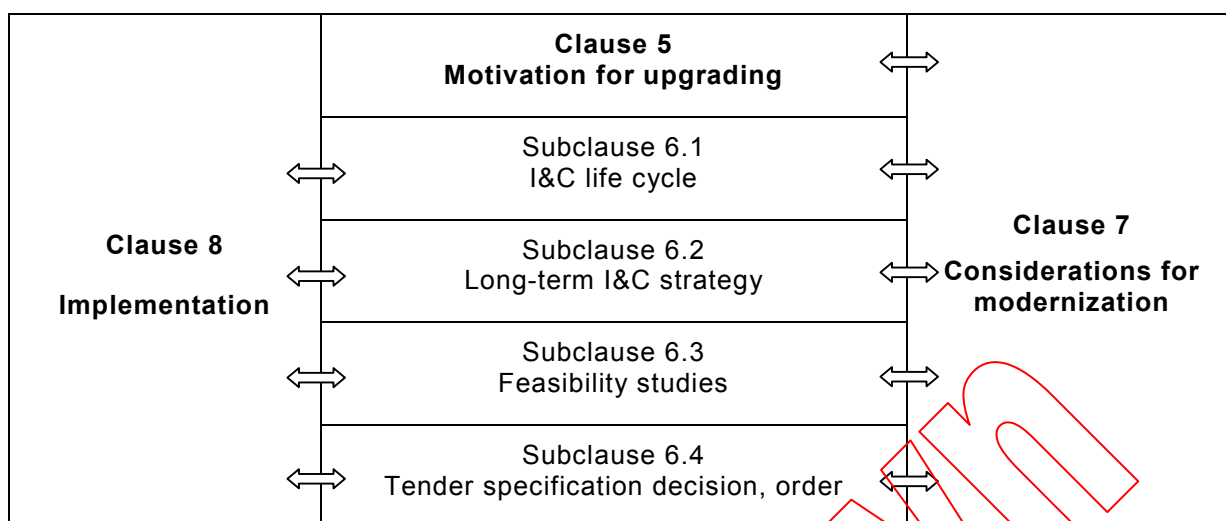
CEI 61000, *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 61226:1993, *Centrales nucléaires – Systèmes d'instrumentation et contrôle commande importants pour la sûreté – Classification*

CEI 61513:2001, *Centrales nucléaires – Instrumentation et contrôle commande des systèmes importants pour la sûreté – Prescriptions générales pour les systèmes*

CEI 61772:1995, *Centrales nucléaires de puissance – Salle de commande principale – Application des unités de visualisation*

CEI 61839:2000, *Centrales nucléaires de puissance – Conception des salles de commande – Analyse fonctionnelle et affectation des fonctions*



IEC 2376/02

Figure 1 – IEC 62096 structure

2 Reference documents

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60300-3-3:1996, *Dependability management – Part 3: Application guide – Section 3: Life cycle costing*

IEC 60780:1998, *Nuclear power plants – Electrical equipment of safety system – Qualification*

IEC 60880:1986, *Software for computers in the safety systems of nuclear power stations*

IEC 60880-2:2000, *Software for computers important to safety for nuclear power plants – Part 2: Software aspects of defence against common cause failures, use of software tools and of pre-developed software*

IEC 60964:1989, *Design for control rooms of nuclear power plants*

IEC 60980:1989, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*

IEC 60987:1989, *Programmed digital computers important to safety for nuclear power stations*

IEC 61000, *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61226:1993, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important for safety – Classification*

IEC 61513:2001, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – General requirements for systems*

IEC 61772:1995, *Nuclear power plants – Main control-room – Application of visual display units (VDU)*

IEC 61839:2000, *Nuclear power plants – Design of control rooms – Functional analysis and assignment*

AIEA-50-SG-D11, 1988, *Principes généraux de sûreté dans la conception des centrales nucléaires*

AIEA-TECDOC-1016:1998, *Modernization of instrumentation and control in nuclear power plants*

AIEA-TECDOC-1066:1999, *Specification of requirements for upgrades using digital instrument and control systems*

AIEA-TECDOC-1147:2000, *Management of ageing of I&C equipment in NPP*

3 Termes et définitions

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

3.1 disponibilité

aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée

[VEI 191-02-05]

NOTE Cette aptitude dépend d'un ensemble d'aspects: performance en matière de fiabilité, de maintenabilité et de support de maintenance.

3.2 gestion de la configuration

discipline appliquant des mesures techniques et administratives pour identifier et documenter les caractéristiques fonctionnelles et physiques d'un élément de configuration, contrôler les modifications apportées à ces caractéristiques, enregistrer et signaler le processus des modifications et le statut de réalisation et vérifier la conformité aux exigences spécifiées

[CEI 61513, définition 3.12]

3.3 système de CC

ensemble des matériels de commande automatique et manuelle, composé des systèmes d'instrumentation, de commandes et d'information

[CEI 60964]

3.4 IHM

interface entre l'équipe de conduite d'une part, les systèmes de contrôle-commande et les calculateurs reliés à la centrale d'autre part. Elle inclut les afficheurs, les commandes et l'interface «système support de l'opérateur»

[CEI 61839, définition 3.3]

3.5 cycle de vie

intervalle de temps entre la conception d'un produit et sa mise au rebut

[CEI 60300-3-3, définition 3.1, modifiée]

3.6 coût du cycle de vie

coût cumulé d'un produit tout au long de son cycle de vie

[CEI 60300-3-3, définition 3.2]

IAEA - 50-SG-D11, 1988, *General design safety principles for nuclear power plants*

IAEA-TECDOC-1016:1998, *Modernization of instrumentation and control in nuclear power plants*

IAEA-TECDOC-1066:1999, *Specification of requirements for upgrades using digital instrument and control systems*

IAEA-TECDOC-1147:2000, *Management of ageing of I&C equipment in NPP*

3 Terms and definitions

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

3.1 availability

ability of an item to be in a state to perform a required function under given conditions at a given instant of time or over a given time interval, assuming that the required external resources are provided

[IEV 191-02-05]

NOTE This ability depends on the combined aspects of the reliability performance, the maintainability performance and the maintenance support performance.

3.2 configuration management

discipline applying technical and administrative direction and surveillance to: identify and document the functional and physical characteristics of a configuration item, control changes to those characteristics, record and report change processing and implementation status, and verify compliance with specified requirements

[IEC 61513, definition 3.12]

3.3 I&C system

instrumentation and control system. A hardware implementation of automatic and manual controls, which consists of instrumentation, control and information systems

[IEC 60964]

3.4 HMI Human Machine Interface

interface between operating staff and I&C system and computer systems linked with the plant. The interface includes displays, controls, and the Operator Support System interface

[IEC 61839, definition 3.3]

3.5 life cycle

time interval between a product's conception and its disposal

[IEC 60300-3-3, definition 3.1]

3.6 life cycle cost

cumulative cost of product over its life cycle

[IEC 60300-3-3, definition 3.2]

3.7

maintenabilité

pour une entité donnée, utilisée dans des conditions données d'utilisation, probabilité pour qu'une opération donnée de maintenance active puisse être effectuée pendant un intervalle de temps donné, lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données avec l'utilisation de procédures et de moyens prescrits

[VEI 191-13-01]

NOTE Le terme «maintenabilité» est aussi employé pour désigner l'aptitude caractérisée par cette probabilité (voir 191-02-07).

3.8

modernisation

remplacement ou mise à niveau par des systèmes et composants plus récents

Remplacement est le terme à utiliser quand il n'y a pas de modification des exigences.

NOTE 1 Les termes améliorer, remettre en état, à niveau, rattraper, rénover sont similaires et souvent interchangeables. Seules les nuances diffèrent (AIEA-TECDOC-1066).

Mise à niveau est le terme à utiliser quand les exigences sont plus sévères. La mise à niveau comprend également la mise en œuvre de fonctionnalités supplémentaires.

NOTE 2 Les termes remplacer et renouveler sont similaires et souvent interchangeables.

Ces termes s'utilisent qu'il s'agisse d'un composant unique ou du CC complet.

(Cette définition s'appuie sur le texte de l'AIEA-TECDOC-1016, Page 1)

3.9

exigences

exigences de sûreté

exigences imposées par les autorités en matière de sûreté de la centrale nucléaire, en ce qui concerne l'impact sur les personnes, la société et l'environnement pendant le cycle de vie de la centrale nucléaire

exigences opérationnelles

exigences concernant l'aptitude et la capacité opérationnelles de la centrale imposées par le propriétaire

exigences de conception de la centrale

exigences techniques portant sur la conception globale de la centrale afin de garantir le respect des exigences en matière de sûreté et les exigences opérationnelles de la centrale

exigences de conception du système

exigences de conception de systèmes individuels permettant que la conception de la centrale complète satisfasse aux exigences de conception de la centrale

exigences de conception d'équipement

exigences concernant un équipement individuel qui lui permettent de respecter la fiabilité demandée par la conception du système

3.10

sûreté

protection de toute personne contre les risques radiologiques inacceptables

[guide AIEA No 50-SG-D11]

3.11

spécification

document qui spécifie de manière complète, précise et vérifiable les prescriptions, la conception, le comportement ou autres caractéristiques d'un système ou composant, et, souvent, les procédures permettant de déterminer si ces dispositions ont été satisfaites

[CEI 60880-2, définition 3.21]

3.7

maintainability

probability that a given active maintenance action, for an item under given conditions of use can be carried out within a stated time interval, when the maintenance is performed under stated conditions and using stated procedures and resources

[IEV 191-13-01]

NOTE The term “maintainability” is also used to denote the maintainability performance quantified by this probability (see 191-02-07).

3.8

modernization

replacement or upgrading with newer systems and components

Replacement is the term to be used when there is *no change in requirements*.

NOTE 1 Backfit, refit, retrofit, refurbish and upgrade are similar terms which are often used interchangeably. They only differ in shades of meaning (IAEA-TECDOC-1066).

Upgrading is the term to be used when there is an *increase in requirements*. Upgrading also includes the implementation of new functionality.

NOTE 2 Replace and renew are similar and often interchangeable.

The terms are used from a single component up to the complete I&C.

(The definition is based on IAEA-TECDOC-1016 Page 1 text)

3.9

requirements

safety requirements

requirements imposed by authorities on the safety of the NPP in terms of impact on individuals, society and environment during the NPP life cycle

operational requirements

requirements on the operational capacity and ability of the plant imposed by the owner

plant design requirements

technical requirements on plant general design for the fulfilment of the safety requirements and operational requirements on the plant

system design requirements

design requirements on individual systems to give a design of the complete plant fulfilling the plant design requirements

equipment requirements

requirements on individual equipment for its fulfilment of the reliability demanded by the system design

3.10

safety

protection of all persons from undue radiological hazard

[IAEA safety guide No 50-SG-D11]

3.11

specification

document that specifies, in a complete, precise, verifiable manner, the requirements, design, behaviour, or other characteristics of a system or component, and often, the procedures for determining whether these provisions have been satisfied

[IEC 60880-2, definition 3.21]

4 Abréviations

CAO	Conception Assistée par Ordinateur
FDC	Fréquence de Dégradation du Cœur
DMC	Défaillance de Mode Commun
ADR	Accident De Référence
SDC	Système Distribué de Commande
CEM	Compatibilité Electromagnétique
IEM	Interférence Electromagnétique
RU	Recette Usine
IHM	Interface Homme Machine
E/S	Entrée/Sortie
CC	Contrôle Commande
APRP	Accident de Perte du Réfrigérant Primaire
MCO	Maintien en Conditions Opérationnelles
SPA	Surveillance Post-Accidentelle
API	Automate Programmable Industriel
EPS	Etudes Probabilistes de Sûreté
RS	Recette Site
SNCC	Système Numérique de Contrôle Commande
V&V logiciel	Vérification et Validation du logiciel
Analyse DPD	Analyse de Défense en Profondeur et de Diversité

5 Motivation de la modernisation

5.1 Généralités

Les facteurs motivant la modernisation peuvent être répartis en deux catégories selon leurs principaux avantages: économique et en termes de sûreté. Le remplacement d'un équipement de CC par un équivalent plus moderne entraîne généralement une amélioration fonctionnelle ainsi qu'une amélioration des performances, mais il est probable que la plupart des mises à niveau seront principalement motivées par des problèmes rencontrés par l'ancien équipement plutôt que par les avantages escomptés avec le nouveau.

5.2 Facteurs de motivation d'ordre économique

Il convient d'optimiser le rendement économique en chiffrant le coût du cycle de vie, prenant en compte non seulement les coûts plus bas mais aussi l'augmentation de production.

5.2.1 Réductions des coûts

On peut obtenir des réductions de coûts dans les domaines suivants:

- les coûts d'exploitation peuvent être réduits en améliorant l'efficacité, ce qui génère des économies de combustible, de consommation d'énergie, de consommables ou de besoins en main d'œuvre pour l'exploitation;
- les frais de maintenance peuvent être réduits en allongeant les intervalles entre les entretiens et/ou en réduisant le temps et l'effort requis pour les tâches de maintenance. En améliorant la fiabilité de l'équipement, on peut réduire le coût des travaux de réparation et du stock de pièces de rechange. De plus, la réduction du nombre de familles

4 Abbreviations

CAD	Computer Aided Design
CDF	Core Damage Frequency
CMF	Common Mode Failure
DBA	Design Basis Accident
DCS	Distributed Control System
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMI	Electromagnetic Interference
FAT	Factory Acceptance Tests
HMI	Human Machine Interface
I/O	Input/Output
I&C	Instrumentation & Control
LOCA	Loss Of Coolant Accident
O&M	Operation & Maintenance
PAM	Post Accident Monitoring
PLC	Programmable Logic Controller
PSA	Probabilistic Safety Assessment
SAT	Site Acceptance Tests
SCC	Station Control Computer
SW V&V	Software Verification & Validation
3D analysis	Defence in Depth and Diversity analysis

5 Motivation for modernization

5.1 General

The motivating factors for modernization can be considered under two headings according to the main benefits: economic and safety. The replacement of I&C equipment with a more modern equivalent will usually lead to increased functionality and performance improvements, but it is likely that most upgrades will be primarily motivated by problems with the old equipment rather than the perceived benefits of the new.

5.2 Economic motivating factors

The economic yield should be optimized using a life-cycle costing approach, taking into account not only lower costs but also increased production.

5.2.1 Cost reductions

Cost reductions can be achieved in the following areas:

- operating costs can be reduced through efficiency improvements leading to savings in fuel, power consumption, consumables, or operational manpower requirements;
- maintenance costs can be reduced by extending maintenance intervals and/or reducing the time and effort required for maintenance tasks. Improvements in the reliability of equipment will reduce the cost of repair work and spares inventory. Also the reduction of the number of equipment families by the use of a single system platform may lead to a

d'équipement grâce à l'utilisation d'une plate-forme système unique permet de réduire le stock de pièces de rechange. Dans certains cas, une conception intégrant un niveau de redondance élevé peut permettre une maintenance préventive durant le fonctionnement normal;

- les coûts administratifs peuvent être réduits en améliorant la façon dont les informations sont collectées, traitées, stockées et présentées.

Il convient de prendre en compte les réductions de coûts dans le cadre d'une démarche centrée sur la réduction au minimum du coût total du système pour son cycle de vie prévu. Notons qu'une modernisation qui met en œuvre un type de composant coûteux mais très fiable augmente le coût d'approvisionnement mais réduira les dépenses de maintenance et peut donner le coût de cycle de vie le plus bas.

5.2.2 Revenu

Le revenu peut être augmenté des façons suivantes:

- Niveau de production plus élevé
L'amélioration des systèmes de contrôle et de protection peut donner une plus grande confiance en l'état de la centrale, permettant ainsi une réduction des marges de sûreté pour un niveau de sûreté donné et autorisant une puissance plus élevée.
- Disponibilité accrue
La réduction des temps d'arrêt pour réparations, maintenance de routine et rechargement en combustible, ainsi qu'une probabilité moins élevée d'arrêt d'urgence intempestif permettra une meilleure utilisation de la centrale. Pour cela, on peut améliorer la fiabilité et la stabilité, et recourir à des systèmes «intelligents» dotés de fonctions d'auto-vérification, de diagnostics et d'auto-étalonnage, on peut améliorer le soutien à l'opérateur grâce aux fonctions de CC et à l'IHM. La mise à niveau des équipements obsolètes réduit la probabilité d'arrêt prolongé pour cause d'indisponibilité de pièces de rechange.
- Augmentation de la durée de vie de la centrale
Prolonger l'exploitation de la centrale au-delà de sa durée de vie économique prévue peut dégager des bénéfices considérables, au sens comptable, dans la mesure où les revenus ne seront plus amputés des charges de capital. Il est nécessaire de moderniser tout équipement ou système dont la durée de vie anticipée sera insuffisante par rapport au prolongement prévu de la durée de vie de la centrale.

5.2.3 Modernisation motivée par des raisons économiques

Une modernisation motivée par des raisons économiques peut être déclenchée par un ou plusieurs des facteurs suivants:

- Obsolescence
L'obsolescence de l'équipement intervient vers la fin du cycle de vie d'un produit, quand une pièce n'est plus en production, que le niveau de service fourni par son fabricant diminue et les pièces de rechange et consommables ne sont plus disponibles ou alors à un prix prohibitif. L'obsolescence concerne aussi les composants électroniques, où le cycle de vie peut ne durer que quelques années.
La première conséquence de l'obsolescence est d'augmenter les coûts et délais de maintenance et de réparation. A terme, l'équipement sera rendu hors service pour cause d'indisponibilité de pièces de rechange.
- Compétence du personnel
Au point précédent s'associe la difficulté de plus en plus grande de trouver du personnel de maintenance ayant la formation adéquate. Le personnel formé récemment ne possède pas le savoir-faire nécessaire en électronique analogique. L'enseignement et les formations techniques ont tendance à se concentrer sur la technologie numérique.

reduced spare parts inventory. In some cases, high redundancy design can allow preventive maintenance during normal operation;

- administration costs can be reduced through improvements in the way in which information is collected, processed, stored, and presented.

Cost reductions should be considered using a life-cycle costing approach focused on minimizing the total cost of the system over its intended life cycle. Note that a modernization with an expensive type of component with high reliability may increase the procurement cost but reduce the support cost, and may give the lowest overall life cycle cost.

5.2.2 Revenue

Revenue can be increased in the following ways:

- Higher generation level

Improvements in monitoring and protection systems can give greater confidence in plant status, allowing reduction of safety margins at the same plant safety level and more power output.

- Increased availability

Shorter shutdowns for repairs, routine maintenance and fuelling, and a lower probability of spurious trips will result in better plant utilization. This can be achieved through improvements in reliability and stability, and through the use of 'smart' systems with capabilities for self-checking, diagnostics and auto-calibration, and improved operator support by HMI and I&C functions. The upgrading of obsolete equipment reduces the probability of a prolonged shutdown due to the unavailability of replacement parts.

- Increased plant lifetime

If the operation of the plant can be extended beyond its planned economic lifetime there is a considerable benefit in accounting terms, because the revenue is no longer offset by capital charges. It is necessary to modernize any equipment or systems whose predicted residual life will be insufficient for the planned plant life extension.

5.2.3 Economically motivated modernization

Economically motivated modernization may be initiated by one or more of the following factors:

- Obsolescence

Equipment obsolescence occurs towards the end of a product's life cycle. When an item of equipment is no longer in production, the level of service available from the manufacturer will decrease, and spare parts and consumables become unavailable or unacceptably expensive. Obsolescence also occurs at the electronic component level, where life cycles can be as short as a few years.

The initial effect of obsolescence is to increase time scales and costs for maintenance and repair work. Ultimately, the equipment will be rendered unserviceable by the non-availability of spare parts.

- Competence of personnel

A related problem is the decreasing availability of suitably skilled maintenance personnel. Recently trained personnel do not have the required skills for analog electronics. Technical education and training courses tend to concentrate on digital technology.

– Vieillissement

Les effets du vieillissement dont souffrent les composants et assemblages électroniques peuvent entraîner des problèmes de bruit, de dérive, de temps de réponse, de susceptibilité aux IEM et d'une manière générale réduire la fiabilité.

Exemples de dégradation dues au vieillissement:

- effets chimiques tels que l'oxydation ou la corrosion, entraînant des contacts haute résistance au niveau des connecteurs, commutateurs et soudures;
- dessèchement de condensateurs électrolytiques;
- perte d'isolation due à l'accumulation de contamination de surface (en particulier pour l'équipement haute tension);
- les câbles et autres composants à base de matériaux organiques sont susceptibles aux effets de vieillissement (exemple: fragilisation) quand ils sont exposés à la chaleur, aux rayonnements, à l'oxygène, etc.;
- effets mécaniques tels que l'usure, le grippage et la perte de rappel de ressort, susceptibles à terme d'entraîner la défaillance des mécanismes des commutateurs, condensateurs, relais, etc.

– Problèmes de compatibilité

Il est parfois nécessaire de mettre à niveau un équipement qui pourrait être jugé satisfaisant parce que des modifications ont été effectuées ailleurs. Les exemples suivants traitent des questions de compatibilité:

- Modifications concernant le réacteur ou le matériel associé ayant pour conséquence des exigences de CC différentes;
- Modifications concernant d'autres équipements de CC utilisant des interfaces ou des protocoles de connexions plus récents.

5.3 Facteurs de motivation relatifs à la sûreté

Une mise à niveau de la sûreté peut s'avérer nécessaire afin de satisfaire aux exigences réglementaires. Une telle amélioration peut avoir un coût important sans offrir d'avantage économique apparent. Néanmoins, cette décision est finalement d'ordre économique, ainsi il est recommandé que l'exploitant compare le coût de la mise à niveau avec celui associé aux restrictions d'exploitation de la centrale.

Les mises à niveau destinées à améliorer la sûreté peuvent être motivées par les facteurs suivants:

- recommandations d'une revue de sûreté;
- changements des exigences d'autorisation réglementaire;
- déficiences mises à jour par un incident ou événement devant être déclaré;
- déficiences révélées par des essais.

5.4 Synthèse des motivations d'une modernisation

Il convient d'élaborer un rapport, résumant les différents aspects de la modernisation; ce rapport constitue un outil décisionnel pour les futures actions. Dans la mesure du possible, il est recommandé d'intégrer une analyse coût/bénéfice où chaque argument peut être quantifié. L'article 7 peut servir de liste de contrôle des aspects les plus importants. Une fois la décision prise d'explorer et de définir une modernisation, il convient de respecter la description du cycle de vie du CC de l'article 6.

– Ageing

The ageing effects suffered by electronic components and assemblies can lead to problems with noise, drift, response time, EMI susceptibility, and general reduced reliability.

Examples of degradation due to ageing include:

- chemical effects such as oxidation or corrosion, which lead to high resistance contacts in connectors, switches and solder joints;
- drying out of electrolytic capacitors;
- loss of insulation due to the build-up of surface contamination (particularly in high-voltage equipment);
- cables and other components made from organic material are subject to ageing effects (e.g. embrittlement) when exposed to temperature, radiation, oxygen, etc.;
- mechanical effects such as wear, seizure, and loss of spring tension, all of which eventually lead to the failure of mechanisms in switches, connectors, relays, etc.

– Compatibility issues

It is sometimes necessary to upgrade equipment which would otherwise be considered satisfactory because of the effects of changes elsewhere. The following are examples of compatibility issues:

- changes to reactor or process equipment resulting in differing I&C requirements;
- changes to other I&C equipment using newer interfacing connections or protocols.

5.3 Safety motivating factors

A safety improvement upgrade may become necessary to comply with regulatory requirements. Such an upgrade may have a significant cost and no apparent economic benefits. Nevertheless, the decision is ultimately an economic one where the plant owner should compare the costs of performing the upgrade versus the costs associated with operating restrictions on the plant.

Safety improvement upgrades may be initiated by one or more of the following:

- recommendations of a safety review;
- changes in licensing requirements;
- deficiencies revealed by an incident or reportable occurrence;
- deficiencies revealed by testing.

5.4 Summary of motivations for modernization

A report should be written summarizing the various aspects of modernization for use in the decision on future actions. It is recommended where possible that the report include a cost benefit analysis where each argument can be quantified. Clause 7 may be used as a checklist for defining the most important aspects. When a decision is taken to investigate and define a modernization, the I&C life cycle description in clause 6 should be followed.

6 Présentation générale de la décision de modernisation

6.1 Cycle de vie du CC

Il est recommandé d'établir un cycle de vie de référence pour le projet de modernisation. Un cycle de vie type est donné comme modèle dans le tableau 1.

Cet article concerne le cycle de vie de modernisation, et se base sur les résultats de l'article 5 traitant des motivations d'une modernisation. Ce rapport technique s'appuie sur l'AIEA-TECDOC-1066, qui s'adresse surtout aux fournisseurs potentiels de services pour les centrales nucléaires. Ce rapport technique traite des phases de cycle de vie demandant une activité spécifique des exploitants de la centrale. Le tableau 1 donne, en relation étroite avec l'AIEA-TECDOC-1066, une présentation générale du cycle de vie des systèmes de CC.

Cet article traite des phases déterminant la stratégie de modernisation et le processus d'appel d'offre jusqu'à la commande de l'équipement neuf ou des modifications nécessaires du CC de la centrale (de 1 à 3, tableau 1). Les phases suivantes du cycle de vie sont décrites:

- 6.2 «Stratégie du CC long terme»,
- 6.3 «Etudes de faisabilité»,
- 6.4 «Spécifications pour l'appel d'offre et achat de systèmes élémentaires».

L'article 7 «Eléments de réflexion concernant la modernisation» et l'article 8 «Réalisation» présentent d'autres renseignements, à utiliser le cas échéant dans les paragraphes concernés.

Withholding

6 Modernization decision overview

6.1 I&C life cycle

A reference life cycle should be established for the modernization project, and a suggested outline for a life cycle is given in table 1.

Based on the input from clause 5 on motivation for modernization this clause focuses on the life cycle for modernization. With reference to the IAEA-TECDOC-1066, which mainly addresses the potential suppliers of nuclear plant services, this technical report addresses just those life cycle phases which require specific activities from the NPP utilities. Table 1 gives in close co-relation to IAEA-TECDOC-1066 an overview of all life cycle phases of I&C systems.

This clause focuses on the phases which determine the strategy for modernization and the tender process up to the point where any necessary new equipment or plant I&C changes are ordered (1 to 3 in table 1). The life cycle phases described are:

- 6.2 “Long-term I&C strategy”,
- 6.3 “Feasibility studies”,
- 6.4 “Tender specification and purchasing of the individual systems”

In clause 7 “Considerations for modernization” and clause 8 “Implementation” more details are described for use when applicable in the appropriate subclauses.

Withholding

Tableau 1 – Phases du cycle de vie du CC

(Voir aussi Tableau XI de l'AIEA-TECDOC-1066)

Phases du cycle de vie du CC	
Stratégie générique de modernisation	Actions, plans et résultats associés
1 Stratégie du CC long terme Répondre aux besoins d'exploitation de la centrale	Evaluation de l'état des systèmes de CC Priorités de renouvellement/mise à niveau Conditions budgétaires limites Différents scénarios de modernisation
2 Etudes de faisabilité	A Etudes de faisabilité générique – Conditions préalables et objectifs relatifs à la centrale – Autorisation réglementaire – Coûts budgétaires préliminaires – Stratégie de mise en œuvre – Architecture de CC – Chronologie de la modernisation par étape B Etudes de faisabilité technique – Evaluation de la documentation conforme à exécution – Spécification des exigences de base – Affectation de fonctions – Analyse des tâches et fonctions pour IHM – Acquisition des données et objectifs de conception
Phases de modernisation des systèmes individuels	Actions associées
3 Cahier des charges et achat des systèmes individuels ou CC complet	Spécification des propriétés de CC Spécification des exigences Offres des fournisseurs Commande au fournisseur
4 Spécification des systèmes individuels de CC	Spécification et plans validés pour: – validation du système (RU et RS) – exploitation et maintenance du système – formation du personnel
5 Réalisation du système Conception détaillée des systèmes de CC individuels Réalisation et intégration système	Documentation détaillée sur la production et l'installation, ainsi que guides de maintenance et d'exploitation Système prêt pour les essais
6 Recette usine (RU)	Système prêt pour expédition sur site Procès-verbal de RU
Etapas sur site	
7 Installation et réglage des systèmes individuels	Démarrage du rapport des défaillances de système
8 Documents contractuels et de formation	Tous documents contractuels fournis
9 Recette sur site (RS) et mise en service en centrale	Système prêt à l'exploitation Procès-verbal de RS
10 Exploitation et maintenance	Rapport permanent des défaillances de système Rapport des résultats des essais périodiques Mise à niveau du simulateur Formation des opérateurs

CEI 62096

Table 1 – I&C life cycle phases

(see also Table XI of IAEA-TECDOC-1066)

I&C life cycle phases	
Generic modernization strategy	Relating actions, results, plans
1 Long-term I&C strategy to meet the needs for plant operation	Evaluation of I&C systems status Renewing/upgrade priorities Budgetary boundary conditions Different modernization scenarios
2 Feasibility studies	A Generic feasibility studies – Plant-related preconditions and goals – Licensing – Preliminary budget costs – Implementation strategy – I&C architecture – Sequence of modernization steps B Studies of technical feasibility aspects – Evaluation of as-built documentation – Basic requirements specification – Function allocation – Function and task analysis for HMI – Data collection and design goals
Modernization phases of individual systems	Relating actions
3 Tender specification and purchasing of individual systems or complete I&C	Specification of I&C properties Specification of requirements Suppliers' tenders Order to the supplier
4 Specification of the individual I&C systems	Validated specification and plans on: – system validation (FAT & SAT) – system operation and maintenance – staff training
5 System realization Detail design of individual I&C systems Manufacturing and system integration	Detailed manufacturing and installation documentation and operating and maintenance manuals System ready for tests
6 Factory acceptance test (FAT)	System ready for shipment to site FAT test report
Plant related phases	
7 Installation and setting to work of the individual systems	Start of system failure reporting
8 Training and contractual documents	All contractual documents provided
9 Site acceptance test (SAT) and commissioning with plant	System ready for operation SAT test report
10 Operation and maintenance	Continued system failure reporting Reporting of the result of routine tests Simulator upgrading Operator training

IEC 62096

6.2 Stratégie du CC long terme

Une stratégie du CC long terme permet la planification de la maintenance long terme de toutes les fonctions de CC nécessaires à l'exploitation de la centrale. La stratégie globale, les objectifs, la situation financière et les plans d'exploitation de la société auront un effet sur le programme de modernisation. Ces facteurs stratégiques auront une influence sur le travail plus détaillé des évaluations préliminaires et définiront les objectifs des études de faisabilité détaillées. Il convient que l'évaluation préliminaire identifie ces facteurs.

6.2.1 Evaluation préliminaire de l'état des systèmes de CC et des besoins futurs

Il convient d'effectuer une évaluation préliminaire du potentiel de modernisation. Il est recommandé de présenter dans celle-ci les motifs fondamentaux de la modernisation, les objectifs de ces travaux et leurs principales conséquences pour l'exploitation, la sûreté et l'efficacité, en expliquant les avantages et le coût budgétaire.

L'historique long terme d'exploitation et de maintenance des systèmes de CC élémentaires fournit les données d'entrée essentielles de cette étape:

- les comptes-rendus de défaillance contiennent des renseignements détaillés sur les modes spécifiques de défaillance, les niveaux spécifiques de défaut et les taux de défaillance quantifiés;
- l'apparition des défauts de CC et de leurs conséquences potentielles respectives sur la production d'énergie;
- le nombre total d'heures ouvrables annuelles consacrées à la maintenance et aux réparations, ainsi qu'à l'approvisionnement des pièces de rechange et de remplacement, sert de base de référence économique démontrant la tendance vers une augmentation des difficultés à obtenir des pièces de rechange obsolètes ou à réparer des systèmes de CC défaillants ou obsolètes;
- déclin progressif du niveau de compétence du personnel de la société exploitante et des fournisseurs concernant les systèmes de CC en exploitation.

Un bilan des documents correspondant aux critères ci-dessus, associé au planning d'exploitation de la centrale, permettent de décider l'ensemble des systèmes de CC à considérer pour une éventuelle modernisation, et de la priorité relative des différents systèmes de CC.

De plus, il faut tenir compte du fait que dans le cas de défaillances de systèmes de CC de sûreté ou liés à la sûreté, un rapport spécifique peut être exigé par les autorités réglementaires, même si ces défaillances n'ont pas directement ou indirectement entraîné de danger ou de risque.

Il convient de vérifier que le CC soit conforme aux prescriptions de sûreté en vigueur ainsi qu'aux prescriptions futures attendues. Concernant la démarche à suivre à propos des futures prescriptions de sûreté, il est recommandé que celle-ci fasse l'objet de décisions stratégiques et de planification prises à un niveau hiérarchique élevé. Il convient de prendre en compte ces prescriptions de sûreté et toute revue de sûreté de la tranche ou d'une autre tranche du même palier (telles que celles de l'AIEA) en entrée de l'évaluation préliminaire des exigences.

Il est recommandé d'évaluer du point de vue des opérateurs et de la direction opérationnelle la fonctionnalité du CC; il convient de préciser les améliorations nécessaires dans la synthèse de l'évaluation.

Il doit être clair dès le départ que le processus menant à une décision définitive concernant l'étendue des modernisations nécessite une démarche itérative, puisque les coûts de tout projet de modernisation ne seront déterminés correctement qu'à la suite d'un processus de consultation et d'appel d'offre. Il convient ensuite de comparer ceux-ci au cadre budgétaire dépendant de la situation économique de la centrale.

6.2 Long-term I&C strategy

A long-term I&C strategy ensures the planning of the long-term maintenance of all I&C functions necessary for plant operation. The utility's overall strategy, objectives, financial situation and operational plans will affect the modernization programme. These strategic factors will influence the more detailed work of preliminary evaluations and will set the goals for detailed feasibility studies. The preliminary evaluation should suitably identify these factors.

6.2.1 Preliminary evaluation of I&C systems status and future needs

A preliminary evaluation of the potential for modernization should be made. This should discuss the basic reasons for requiring modernization work, the goals of that work, and the main expected impact on operation, safety and efficiency, giving the expected benefits and budget costs.

Essential inputs can be derived from the long-term operation and maintenance history of the individual I&C systems:

- failure records give details of specific failure modes, specific fault levels and quantified failure rates;
- the experience of I&C faults and the respective potential consequences on power generation;
- yearly man-hour records for maintenance and repair work together with procurement records for spare and replacement parts form an economical base line, documenting the trend of rising difficulties in the procurement of obsolete spare parts and the repair of faulty, obsolete I&C systems;
- declining competence of the utility staff and suppliers with the present I&C systems.

An overview of the records of the above criteria in correlation with the intended time schedule for further plant operation gives the basis for the scope of I&C systems which should be considered for potential modernization and the relative priority between different I&C systems.

Additionally, it has to be considered that in the case of faults in safety or safety-related I&C systems, specific reports may be required by the licensing authority, even if these faults did not directly or indirectly cause a safety threat or hazard.

The I&C should be reviewed for compliance with the current safety requirements and expected future safety requirements. For future safety requirements, there should be strategic/planning decisions taken at a high organizational level. These safety requirements and any safety reviews of the plant or of similar plants of the same reactor family (such as those made by IAEA) should be used as an input to the preliminary evaluation of requirements.

The functionality of the I&C should be evaluated from the point of view of the operators and the operation management, and the need for improvements should be stated in the evaluation summary.

It should be understood from the beginning that the process leading to a firm decision on a certain scope for modernization requires an iterative procedure. This is because the costs for any modernization project will only be properly determined from an inquiry and bidding process, and have to be compared with the budgetary framework which depends on the economics of the plant.