



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines – Rehabilitation and performance improvement**

**Turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes turbines –  
Réhabilitation et amélioration des performances**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**XF**

## CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope and object.....	9
2 Nomenclature.....	9
3 Reasons for rehabilitating.....	10
3.1 General.....	10
3.2 Reliability and availability increase.....	12
3.3 Life extension and performance restoration.....	13
3.4 Performance improvement.....	13
3.5 Plant safety improvement.....	13
3.6 Environmental, social and regulatory issues.....	13
3.7 Maintenance and operating cost reduction.....	14
3.8 Other considerations.....	14
4 Phases of a rehabilitation project.....	14
4.1 General.....	14
4.2 Decision on organization.....	16
4.2.1 General.....	16
4.2.2 Expertise required.....	16
4.2.3 Contract arrangement.....	17
4.3 Level of assessment and determination of scope.....	17
4.3.1 General.....	17
4.3.2 Feasibility study – Stage 1.....	18
4.3.3 Feasibility study – Stage 2.....	18
4.3.4 Detailed study.....	18
4.4 Contractual issues.....	24
4.4.1 General.....	24
4.4.2 Specification requirements.....	24
4.4.3 Tendering documents and evaluation of tenders.....	24
4.4.4 Contract Award(s).....	25
4.5 Execution of project.....	25
4.5.1 Model test activities.....	25
4.5.2 Design, construction, installation and testing.....	26
4.6 Evaluation of results and compliance with guarantees.....	26
4.6.1 General.....	26
4.6.2 Turbine performance evaluation.....	27
4.6.3 Generator performance evaluation.....	27
4.6.4 Penalties and/or bonuses assessment.....	27
5 Scheduling, cost analysis and risk analysis.....	27
5.1 Scheduling.....	27
5.1.1 General.....	27
5.1.2 Scheduling – Assessment, feasibility and detailed study phases.....	28
5.1.3 Evaluating the scheduling component of alternatives.....	28
5.1.4 Scheduling specification and tendering phase.....	29
5.1.5 Scheduling project execution phases.....	30
5.2 Economic and financial analyses.....	30

5.2.1	General .....	30
5.2.2	Benefit-cost analysis .....	31
5.2.3	Identification of anticipated benefits.....	32
5.2.4	Identification of anticipated costs and benefits.....	33
5.2.5	Sensitivity analysis .....	34
5.2.6	Conclusions.....	35
5.3	Risk analysis .....	35
5.3.1	General .....	35
5.3.2	Non-achievement of performance risk.....	36
5.3.3	Risk of continued operation without rehabilitation .....	36
5.3.4	Extension of outage risk .....	36
5.3.5	Financial risks .....	37
5.3.6	Project scope risk.....	37
5.3.7	Other risks.....	38
6	Assessment and determination of scope of the work.....	38
6.1	General.....	38
6.2	Assessment of the site .....	39
6.2.1	Hydrology.....	39
6.2.2	Actual energy production .....	39
6.2.3	Environmental social and regulatory issues .....	40
6.3	The assessment of the turbine .....	41
6.3.1	General .....	41
6.3.2	Turbine integrity assessment.....	70
6.3.3	Residual life .....	79
6.3.4	Turbine performance assessment.....	80
6.4	The assessment of related equipment .....	102
6.4.1	General .....	102
6.4.2	Generator and thrust bearing.....	107
6.4.3	Turbine governor .....	109
6.4.4	Turbine inlet and outlet valves, pressure relief valve.....	109
6.4.5	Auxiliary equipment.....	109
6.4.6	Equipment for erection, dismantling and maintenance .....	110
6.4.7	Penstock and other water passages .....	110
6.4.8	Consequences of changes in plant specific hydraulic energy (head).....	111
7	Hydraulic design and performance testing options .....	111
7.1	General.....	111
7.2	Computational hydraulic design.....	112
7.2.1	General .....	112
7.2.2	The role of CFD.....	113
7.2.3	The process of a CFD cycle.....	113
7.2.4	The accuracy of CFD results .....	114
7.2.5	How to use CFD for rehabilitation .....	115
7.2.6	CFD versus model tests .....	115
7.3	Model tests.....	116
7.3.1	General .....	116
7.3.2	Model test similitude.....	117
7.3.3	Model test content .....	117
7.3.4	Model test application.....	118
7.3.5	Model test location .....	120

7.4	Prototype performance test .....	121
7.4.1	General .....	121
7.4.2	Prototype performance test accuracy.....	122
7.4.3	Prototype performance test types .....	123
7.4.4	Evaluation of results .....	123
8	Specifications .....	124
8.1	General .....	124
8.2	Reference standards .....	124
8.3	Information to be included in the tender documents.....	125
8.4	Documents to be developed in the course of the project.....	127
	Bibliography.....	129
	Figure 1 – Flow diagram depicting the logic of the rehabilitation process .....	15
	Figure 2 – Critical zones for cracks “A” and “B” in Pelton runner buckets .....	78
	Figure 3 – Relative efficiency versus relative output – Original and new runners.....	82
	Figure 4 – Relative efficiency versus output – Original and new runners – Outardes 3 generating station .....	83
	Figure 5 – Efficiency and distribution of losses versus specific speed for Francis turbines (model) in 2005 .....	84
	Figure 6 – Relative efficiency gain following modification of the blades on the La Grande 3 runner, in Quebec, Canada.....	86
	Figure 7a – Potential efficiency improvement for Francis turbine rehabilitation.....	91
	Figure 7b – Potential efficiency improvement for Kaplan turbine rehabilitation .....	92
	Figure 8 – Cavitation and corrosion-erosion in Francis runner.....	93
	Figure 9 – Back side erosion of the entrance into a Pelton bucket.....	94
	Figure 10 – Leading edge cavitation erosion on a Francis pump-turbine caused by extended periods of operation at very low loads.....	95
	Figure 11 – Severe particle erosion damage in a Francis runner .....	97
	Table 1 – Expected life of a hydropower plant and its subsystems before major work .....	12
	Table 2 – Assessment of turbine embedded parts – Stay ring .....	43
	Table 3 – Assessment of turbine embedded parts – Spiral or semi-spiral case.....	44
	Table 4 – Assessment of turbine embedded parts – Discharge ring .....	45
	Table 5 – Assessment of turbine embedded parts – Draft tube.....	46
	Table 6 – Assessment of turbine non-embedded, non-rotating parts – Headcover.....	47
	Table 7 – Assessment of turbine non-embedded, non-rotating parts – Intermediate and inner headcovers .....	50
	Table 8 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Bottom ring .....	51
	Table 9 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Guide vanes .....	53
	Table 10 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Guide vane operating mechanism.....	55
	Table 11 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Operating ring.....	56
	Table 12 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Servomotors .....	57
	Table 13 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Guide bearings .....	58

Table 14 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Turbine shaft seal (mechanical seal or packing box) .....	60
Table 15 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Thrust bearing support .....	60
Table 16 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Nozzles .....	61
Table 17 – Assessment of turbine non embedded, non rotating parts – Deflectors and energy dissipation.....	61
Table 18a – Assessment of turbine rotating parts – Runner .....	62
Table 18b – Assessment of turbine rotating parts – Runner .....	65
Table 18c – Assessment of turbine rotating parts – Runner .....	66
Table 19 – Assessment of turbine rotating parts – Turbine shaft .....	67
Table 20 – Assessment of turbine rotating parts – Oil head and oil distribution pipes.....	68
Table 21 – Assessment of turbine auxiliaries – Speed and load regulation system (governor).....	68
Table 22 – Assessment of turbine auxiliaries – Turbine aeration system .....	69
Table 23 – Assessment of turbine auxiliaries – Lubrication system (guide vane mechanism) .....	70
Table 24 – Francis turbine potential efficiency improvement (%) for runner profile modifications only .....	85
Table 25 – Potential impact of design and condition of runner seals on Francis turbine efficiency with new replacement runner or rehabilitated runner (%).....	88
Table 26 – Potential total gain in efficiency from the replacement of a Francis turbine runner including the blade profile improvements, the restoration of surface condition and the reduction of seal losses.....	89
Table 27 – Potential Additional Efficiency Improvement by Rehabilitation/Replacement of Other Water Passage Components on a Francis Turbine (%).....	89
Table 28 – Assessment of related equipment - Governor .....	104
Table 29 – Assessment of related equipment – Generator and thrust bearing .....	105
Table 30 – Assessment of related equipment – Penstock and turbine inlet valves.....	106
Table 31 – Assessment of related equipment – Civil works .....	107
Table 32 – Assessment of related equipment – Crane, erection equipment.....	107

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HYDRAULIC TURBINES, STORAGE PUMPS AND PUMP-TURBINES –  
REHABILITATION AND PERFORMANCE IMPROVEMENT**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62256 has been prepared by IEC technical committee 4: Hydraulic turbines.

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

FDIS	Report on voting
4/231/FDIS	4/234/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 is a preview of "IEC 62256 Ed. 1.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

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

This standard is intended as a guide.

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

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

This is a preview of "IEC 62256 Ed. 1.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

## INTRODUCTION

Hydro plant owners make significant investments annually in rehabilitating plant equipment (turbines, generators, transformers, penstocks, gates etc.) and structures in order to improve the level of service to their customers and to optimize their revenue. In the absence of guidelines, owners may be spending needlessly, or may be taking unnecessary risks and thereby achieving results that are less than optimal. This guide is intended to be a tool in the optimisation and decision process.

IEC TC 4 wishes to thank IEA for providing its document "Guidelines on Methodology for Hydroelectric Francis Turbine Upgrading by Runner Replacement" as a starting point for the writing of this document. IEC TC 4 appreciates this contribution and acknowledges that the IEA document provided a good foundation upon which to build this IEC document.

## HYDRAULIC TURBINES, STORAGE PUMPS AND PUMP-TURBINES – REHABILITATION AND PERFORMANCE IMPROVEMENT

### 1 Scope and object

The scope of this International Standard covers turbines, storage pumps and pump-turbines of all sizes and of the following types:

- Francis;
- Kaplan;
- propeller;
- Pelton (turbines only);
- Bulb.

Wherever turbines or turbine components are referred to in the text of this guide, they shall be interpreted also to mean the comparable units or components of storage pumps or pump-turbines as the case requires.

The Guide also identifies without detailed discussion, other powerhouse equipment that could affect or be affected by a turbine, storage pump, or pump-turbine rehabilitation.

The object of this guide is to assist in identifying, evaluating and executing rehabilitation and performance improvement projects for hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines. This guide can be used by owners, consultants, and suppliers to define:

- needs and economics for rehabilitation and performance improvement;
- scope of work;
- specifications;
- evaluation of results.

The Guide is intended to be:

- an aid in the decision process;
- an extensive source of information on rehabilitation;
- an identification of the key milestones in the rehabilitation process;
- an identification of the points that should be addressed in the decision processes.

The Guide is not intended to be a detailed engineering manual nor a maintenance guide.

### 2 Nomenclature

For the purpose of this document, the term “rehabilitation” is defined as some combination of:

- restoration of equipment capacity and/or equipment efficiency to near “as-new” levels;

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	136
INTRODUCTION.....	138
1	Domaine d'application et objet..... 139
2	Termes et définitions ..... 139
3	Les raisons motivant une réhabilitation..... 140
3.1	Généralités..... 140
3.2	Augmentation de la fiabilité et de la disponibilité ..... 142
3.3	Augmentation de la durée de vie et rétablissement des performances ..... 143
3.4	Amélioration des performances ..... 143
3.5	Amélioration de la sécurité de la centrale ..... 143
3.6	Aspects environnementaux, sociaux et réglementaires ..... 143
3.7	Réduction des coûts d'entretien et de fonctionnement ..... 144
3.8	Autres considérations..... 144
4	Les phases d'un projet de réhabilitation..... 144
4.1	Généralités..... 144
4.2	Choix de l'organisation ..... 146
4.2.1	Généralités..... 146
4.2.2	Expertise requise..... 146
4.2.3	Mise en place du contrat..... 146
4.3	Niveau d'évaluation et détermination de l'envergure des travaux..... 147
4.3.1	Généralités..... 147
4.3.2	Etude de faisabilité – Etape 1 ..... 148
4.3.3	Etude de faisabilité – Etape 2 ..... 148
4.3.4	Etude de détail ..... 148
4.4	Eléments contractuels ..... 154
4.4.1	Généralités..... 154
4.4.2	Contenu des spécifications..... 154
4.4.3	Documents d'appel d'offres et évaluation des offres ..... 154
4.4.4	Attribution du contrat ..... 155
4.5	Exécution du projet ..... 155
4.5.1	Activités liées à l'essai sur modèle ..... 155
4.5.2	Conception, construction, installation et essais..... 156
4.6	Evaluation des résultats et conformité avec les garanties ..... 156
4.6.1	Généralités..... 156
4.6.2	Evaluation des performances de la turbine ..... 157
4.6.3	Evaluation des performances de l'alternateur ..... 157
4.6.4	Détermination des pénalités et/ou des primes..... 157
5	Planification, analyse des coûts et des risques ..... 157
5.1	Planification ..... 157
5.1.1	Généralités..... 157
5.1.2	Planification – Phases d'évaluation, de faisabilité et d'étude de détail ..... 158
5.1.3	Evaluation de la composante planification des différentes options ..... 158
5.1.4	Planification de la phase spécifications et appel d'offres..... 159
5.1.5	Planification des phases d'exécution du projet..... 160
5.2	Analyses économiques et financières ..... 160

5.2.1	Généralités.....	160
5.2.2	Analyse coût-bénéfice .....	161
5.2.3	Identification des bénéfices anticipés .....	162
5.2.4	Identification des coûts et bénéfices anticipés .....	163
5.2.5	Analyse de sensibilité.....	164
5.2.6	Conclusions.....	165
5.3	Analyse des risques .....	165
5.3.1	Généralités.....	165
5.3.2	Risque de non accomplissement des performances.....	166
5.3.3	Risque de poursuivre l'exploitation sans réhabilitation .....	166
5.3.4	Risque de prolongement de l'arrêt des groupes .....	166
5.3.5	Risques financiers .....	167
5.3.6	Risque lié à l'étendue des travaux .....	167
5.3.7	Autres risques .....	168
6	Évaluation et détermination de l'envergure des travaux .....	168
6.1	Généralités.....	168
6.2	L'évaluation du site .....	168
6.2.1	Conditions hydrologiques .....	168
6.2.2	Production énergétique actuelle .....	169
6.2.3	Questions environnementales, sociales et réglementaires .....	170
6.3	L'évaluation de l'état de la turbine .....	171
6.3.1	Généralités.....	171
6.3.2	Évaluation de l'intégrité de la turbine.....	200
6.3.3	Durée de vie résiduelle.....	209
6.3.4	Évaluation de la performance de la turbine .....	210
6.4	Évaluation de l'équipement connexe.....	232
6.4.1	Généralités.....	232
6.4.2	Alternateur et palier de butée .....	237
6.4.3	Régulateur de vitesse de la turbine .....	239
6.4.4	Vanne de garde à l'entrée ou à la sortie de la turbine, vanne de décharge .....	239
6.4.5	Équipements auxiliaires.....	239
6.4.6	Équipement de démontage, de montage et d'entretien.....	240
6.4.7	Conduites forcées et autres passages hydrauliques .....	240
6.4.8	Conséquences des changements dans l'énergie hydraulique massique (chute) de la centrale.....	241
7	Conception hydraulique et choix des essais de performance .....	241
7.1	Généralités.....	241
7.2	Calculs entrepris lors du tracé hydraulique .....	242
7.2.1	Généralités.....	242
7.2.2	Le rôle des CFD .....	243
7.2.3	Le processus d'un cycle de calculs CFD.....	243
7.2.4	La précision des résultats CFD .....	244
7.2.5	Comment utiliser les CFD pour les réhabilitations.....	245
7.2.6	Comparaison entre CFD et essais sur modèle .....	245
7.3	Essais sur modèle.....	246
7.3.1	Généralités.....	246
7.3.2	Similitude de l'essai sur modèle.....	247
7.3.3	Contenu de l'essai sur modèle.....	247

7.3.4	Application de l'essai sur modèle.....	248
7.3.5	Choix du lieu de l'essai sur modèle .....	250
7.4	Essai de performance sur prototype .....	251
7.4.1	Généralités.....	251
7.4.2	Précision des essais de performance sur prototype .....	252
7.4.3	Types d'essais de performance sur prototype .....	253
7.4.4	Evaluation des résultats .....	253
8	Cahier des charges .....	254
8.1	Généralités.....	254
8.2	Normes de référence.....	254
8.3	Information à inclure dans les documents d'appel d'offres .....	255
8.4	Documents à produire en cours d'exécution du projet.....	257
	Bibliographie.....	259
	Figure 1 – Diagramme indiquant la logique du processus de réhabilitation.....	145
	Figure 2 – Régions critiques pour les fissures "A" et "B" dans les augets de roues Pelton .....	208
	Figure 3 – Rendement relatif versus puissance relative – Roues originale et nouvelle .....	212
	Figure 4 – Rendement relatif versus puissance – Roues d'origine et nouvelle – Centrale d'Outardes 3.....	213
	Figure 5 – Rendement (modèle) et distribution de pertes en fonction de la vitesse spécifique pour les turbines Francis en 2005 .....	214
	Figure 6 – Gain de rendement relatif suite à la modification des aubes sur la roue de La Grande 3, Québec, Canada.....	216
	Figure 7a – Gain potentiel de rendement attendu de la réhabilitation d'une turbine Francis .....	221
	Figure 7b – Gain de rendement potentiel attendu d'une réhabilitation de turbine Kaplan .....	222
	Figure 8 – Érosion de cavitation et de corrosion dans une roue Francis.....	223
	Figure 9 – Érosion de la face extérieure à l'entrée d'un auget de roue Pelton .....	224
	Figure 10 – Érosion de cavitation sur le bord d'attaque d'une aube de pompe-turbine Francis causée par une exploitation à très faible charge pendant de longues périodes .....	225
	Figure 11 – Dommages sévères dus à l'érosion par particules en suspension dans une roue Francis .....	227
	Tableau 1 – Espérance de vie d'une centrale hydroélectrique et de ses sous-composants avant travaux de grande ampleur .....	142
	Tableau 2 – Évaluation des pièces encastrées de la turbine – Avant-distributeur .....	173
	Tableau 3 – Évaluation des pièces encastrées de la turbine – Bâche spirale ou semi-spirale .....	174
	Tableau 4 – Évaluation des pièces encastrées de la turbine – Manteau de roue/ceinture de sortie .....	175
	Tableau 5 – Évaluation des pièces encastrées de la turbine – Aspirateur .....	176
	Tableau 6 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Flasque supérieur .....	177
	Tableau 7 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Flasques intermédiaire et intérieur .....	180
	Tableau 8 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Flasque	

inférieur .....	181
Tableau 9 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Directrices.....	183
Tableau 10 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Mécanisme de vannage.....	185
Tableau 11 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Cercle de vannage.....	186
Tableau 12 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Servomoteurs .....	187
Tableau 13 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Paliers guides ....	188
Tableau 14 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Joint d'étanchéité de l'arbre turbine (joint mécanique ou joint presse étoupe).....	190
Tableau 15 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Support de pivoterie.....	190
Tableau 16 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Injecteurs .....	191
Tableau 17 – Évaluation des pièces fixes non encastrées de la turbine – Déflecteurs et dissipateurs d'énergie.....	191
Tableau 18a – Évaluation des pièces tournantes de la turbine – Roue.....	192
Tableau 18b – Évaluation des pièces tournantes de la turbine – Roue.....	195
Tableau 18c – Évaluation des pièces tournantes de la turbine – Roue.....	196
Tableau 19 – Évaluation des pièces tournantes de la turbine – Arbre turbine.....	197
Tableau 20 – Évaluation des pièces tournantes de la turbine – Chapeau de distribution et conduits de distribution d'huile.....	198
Tableau 21 – Évaluation des auxiliaires de la turbine – Régulateur de vitesse et de charge .....	198
Tableau 22 – Évaluation des auxiliaires de la turbine – Système d'aération de la turbine .....	199
Tableau 23 – Évaluation des auxiliaires de la turbine – Système de graissage (mécanisme de vannage).....	200
Tableau 24 – Augmentation potentielle du rendement d'une turbine Francis (%) pour une modification du profil de roue seulement.....	215
Tableau 25 – Répercussion potentielle de la conception et de la condition des labyrinthes de roue sur le rendement des turbines Francis lors d'un remplacement de roue ou de sa réhabilitation (%).....	218
Tableau 26 – Gain total attendu d'un remplacement de roue Francis incluant l'amélioration du tracé des aubes, du rétablissement des finis de surface et de la réduction des fuites aux labyrinthes.....	219
Tableau 27 – Gains de rendement potentiels attendus d'une réhabilitation ou d'un remplacement des autres composants du conduit hydraulique d'une turbine Francis de 50 à 60 ans d'âge (%).....	219
Tableau 28 – Évaluation de l'équipement connexe – Régulateur de vitesse.....	234
Tableau 29 – Évaluation de l'équipement connexe – Alternateur et palier de butée.....	235
Tableau 30 – Évaluation de l'équipement connexe – Conduite forcée et vanne de garde.....	236
Tableau 31 – Évaluation de l'équipement connexe – Ouvrages civils .....	237
Tableau 32 – Évaluation de l'équipement connexe – Pont roulant, équipement de montage .....	237

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TURBINES HYDRAULIQUES, POMPES D'ACCUMULATION  
ET POMPES TURBINES – RÉHABILITATION  
ET AMÉLIORATION DES PERFORMANCES**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62256 a été établie par le comité d'études 4 de la CEI: Turbines hydrauliques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
4/231/FDIS	4/234/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.

This is a preview of "IEC 62256 Ed. 1.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

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

Cette norme constitue un guide.

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

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

## INTRODUCTION

Les propriétaires de centrales hydroélectriques font d'importants investissements annuellement pour la réhabilitation des équipements (turbines, alternateurs, transformateurs, conduites, vannes, etc.) et leurs structures afin d'en améliorer le niveau de service à leurs clients ainsi qu'en optimisant leurs revenus. Sans la présence d'un guide, les propriétaires peuvent subir des dépenses ou être sujets à des risques non nécessaires et ainsi atteindre des résultats non optimisés. Ce guide se propose comme outil dans le processus d'optimisation.

Le TC 4 de la CEI désire remercier l'IEA pour l'accès à leur document *Guidelines on Methodology for Hydroelectric Francis Turbine Upgrading by Runner Replacement* qui a servi de point de départ de cette norme. Le TC 4 de la CEI apprécie cette contribution et reconnaît que le document de l'IEA a été une très bonne base pour la présente norme..

## **TURBINES HYDRAULIQUES, POMPES D'ACCUMULATION ET POMPES TURBINES – RÉHABILITATION ET AMÉLIORATION DES PERFORMANCES**

### **1 Domaine d'application et objet**

Le domaine d'application de cette Norme internationale englobe les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines de toutes tailles et des types suivants:

- Francis;
- Kaplan;
- hélice;
- Pelton (turbines seulement);
- bulbe.

A chaque fois que le texte de ce guide fait référence aux turbines ou aux composants d'une turbine, ces termes devront être interprétés comme englobant aussi les machines ou les composants comparables des pompes d'accumulation ou des pompes-turbines selon le cas.

Ce guide identifie aussi, mais sans entrer dans les détails, les autres équipements des centrales qui pourraient affecter ou qui pourraient être affectés par la réhabilitation des turbines hydrauliques, des pompes d'accumulation ou des pompes-turbines.

L'objet de ce guide est de fournir une aide à l'identification, à l'évaluation et à l'exécution de projets de réhabilitation et d'amélioration des performances de turbines hydrauliques, de pompes d'accumulation et de pompes-turbines. Ce guide peut être utilisé par les propriétaires, les consultants et les fournisseurs pour définir:

- les besoins et les aspects financiers liés à la réhabilitation et à l'amélioration des performances;
- l'envergure des travaux;
- les spécifications;
- l'évaluation des résultats.

Ce guide se veut:

- une aide au processus décisionnel;
- une bonne source d'informations sur la réhabilitation;
- un indicateur des étapes-clés du processus de réhabilitation;
- un indicateur des éléments à considérer dans le processus décisionnel.

Ce guide n'est pas un manuel d'ingénierie détaillé, ni un guide d'entretien.

### **2 Termes et définitions**

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

Le terme "réhabilitation" est défini comme la combinaison des notions suivantes:

- le rétablissement de la capacité et/ou du rendement de l'équipement à des niveaux proches des niveaux du neuf;