



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Hydraulic machines – Guide for dealing with hydro-abrasive erosion in Kaplan, Francis, and Pelton turbines

Machines hydrauliques – Guide relatif au traitement de l'érosion hydro-abrasive des turbines Kaplan, Francis et Pelton

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XC**
CODE PRIX

ICS 23.100.10; 27.140

ISBN 978-2-83220-829-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Terms, definitions and symbols	8
2.1 Units	8
2.2 Terms, definitions and symbols	9
3 Abrasion rate.....	11
3.1 Theoretical model.....	11
3.2 Introduction to the <i>PL</i> variable	13
3.3 Survey results	15
3.4 Reference model.....	16
4 Design.....	17
4.1 General.....	17
4.2 Water conveyance system.....	17
4.3 Valve.....	18
4.3.1 General	18
4.3.2 Selection of abrasion resistant materials and coating	18
4.3.3 Stainless steel overlays	19
4.3.4 Protection (closing) of the gap between housing and trunnion	19
4.3.5 Stops located outside the valve	19
4.3.6 Proper capacity of inlet valve operator.....	19
4.3.7 Increase bypass size to allow higher guide vane leakage	19
4.3.8 Bypass system design	20
4.4 Turbine.....	20
4.4.1 General	20
4.4.2 Hydraulic design.....	20
4.4.3 Mechanical design.....	22
4.4.4 Operation	28
4.4.5 Spares and regular inspections	29
4.4.6 Particle sampling and monitoring.....	29
5 Abrasion resistant materials	30
5.1 Guidelines concerning relative abrasion resistance of materials including abrasion resistant coatings.....	30
5.1.1 General	30
5.1.2 Discussion and conclusions.....	31
5.2 Guidelines concerning maintainability of abrasion resistant coating materials.....	32
5.2.1 Definition of terms used in this subclause	32
5.2.2 Time between overhaul for protective coatings	32
5.2.3 Maintenance of protective coatings.....	33
6 Guidelines on insertions into specifications	34
6.1 General.....	34
6.2 Properties of particles going through the turbine.....	35
6.3 Size distribution of particles	35
6.4 Mineral composition of particles for each of the above mentioned periods	36
Annex A (informative) <i>PL</i> calculation example.....	37
Annex B (informative) Measuring and recording abrasion damages	39

Annex C (informative) Water sampling procedure	52
Annex D (informative) Procedures for analysis of particle concentration, size, hardness and shape	53
Annex E (informative) Tests of abrasion resistant materials	56
Annex F (informative) Typical criteria to determine overhaul time due to abrasion erosion	67
Annex G (informative) Example to calculate the amount of erosion in the full model	68
Annex H (informative) Examples to calculate the TBO in the reference model.....	70
Bibliography.....	73
Figure 1 – Estimation of the characteristic velocities in guide vanes, W_{GV} , and runner, W_{RUN} , as a function of turbine specific speed	13
Figure 2 – Example of flow pattern in a Pelton injector at different load	14
Figure 3 – Example of protection of transition area	19
Figure 4 – Runner blade overhang in refurbishment project	21
Figure 5 – Example of “mouse-ear” cavitation on runner band	22
Figure 6 – Detailed design of guide vane trunnion seals	23
Figure 7 – Example of fixing of facing plates from the dry side	25
Figure 8 – Head cover balancing pipes with bends.....	26
Figure 9 – Step labyrinth with optimized shape for hard coating	28
Figure 10 – Development of spiral pressure over time.....	33
Figure D.1 – Typical examples of particle geometry	55
Figure E.1 – Schematic of test rig used for test 1	56
Figure E.2 – ASTM test apparatus	58
Figure E.3 – Test coupon.....	59
Figure E.4 – Slurry pot test facility	60
Figure E.5 – High velocity test rig	61
Figure E.6 – Samples are located on the rotating disk	62
Figure E.7 – Comparison of two samples after testing.....	62
Figure E.8 – Whole test system of rotating disk	62
Figure E.9 – Schematic of test rig used for test 8.....	64
Figure E.10 – Testing of samples on hydro abrasive stand	65
Figure E.11 – Cover of disc	65
Figure E.12 – Curve of unit abrasion rate with circumference velocity for 3 kinds of materials.....	66
Table 1 – Data analysis of the supplied questionnaire.....	16
Table 2 – Overview over the feasibility for repair C	33
Table 3 – Form for properties of particles going through the turbine.....	35
Table 4 – Form for size distribution of particles.....	36
Table 5 – Form for mineral composition of particles for each of the above mentioned periods	36
Table A.1 – Example of documenting sample tests	37
Table A.2 – Example of documenting sample results	38
Table B.1 – Inspection record, runner blade inlet form	44

This is a preview of "IEC 62364 Ed. 1.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

Table B.2 – Inspection record, runner blade outlet form	45
Table B.3 – Inspection record, runner band form.....	46
Table B.4 – Inspection record, guide vanes form.....	47
Table B.5 – Inspection record, facing plates and covers form.....	48
Table B.6 – Inspection record, upper stationary seal form.....	49
Table B.7 – Inspection record, upper rotating seal form	49
Table B.8 – Inspection record, lower stationary seal form	50
Table B.9 – Inspection record, lower rotating seal form.....	51
Table E.1 – Relative wear resistance in laboratory test 1	57
Table E.2 – Relative wear resistance in laboratory test 2	57
Table E.3 – Relative wear resistance in laboratory test 3	58
Table E.4 – Relative wear resistance in test 4.....	59
Table E.5 – Results of test.....	60
Table E.6 – Results of test.....	61
Table E.7 – Results from test.....	63
Table E.8 – Relative wear resistance in laboratory test 8	64
Table E.9 – Results of relative wear resistance for some materials ($U = 40\text{m/s}$).....	66
Table G.1 – Calculations.....	69
Table H.1 – Pelton turbine calculation example.....	70
Table H.2 – Francis turbine calculation example	71

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HYDRAULIC MACHINES –
GUIDE FOR DEALING WITH HYDRO-ABRASIVE EROSION
IN KAPLAN, FRANCIS, AND PELTON TURBINES**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62364 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
4/279/FDIS	4/283/RVD

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

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

This is a preview of "IEC 62364 Ed. 1.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

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

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

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

INTRODUCTION

Many owners of hydroelectric plants contend with the sometimes very aggressive deterioration of their machines due to particle abrasion. Such owners must find the means to communicate to potential suppliers of machines for their sites, their desire to have the particular attention of the designers at the turbine design phase, directed to the minimization of the severity and effects of particle abrasion.

Limited consensus and very little quantitative data exists on the steps which the designer could and should take to extend the useful life before major overhaul of the turbine components when they are operated under severe particle abrasion service. This has led some owners to write into their specifications, conditions which cannot be met with known methods and materials.

HYDRAULIC MACHINES – GUIDE FOR DEALING WITH HYDRO-ABRASIVE EROSION IN KAPLAN, FRANCIS, AND PELTON TURBINES

1 Scope

This Guide serves to:

- a) present data on particle abrasion rates on several combinations of water quality, operating conditions, component materials, and component properties collected from a variety of hydro sites;
- b) develop guidelines for the methods of minimizing particle abrasion by modifications to hydraulic design for clean water. These guidelines do not include details such as hydraulic profile shapes which should be determined by the hydraulic design experts for a given site;
- c) develop guidelines based on “experience data” concerning the relative resistance of materials faced with particle abrasion problems;
- d) develop guidelines concerning the maintainability of abrasion resistant materials and hard facing coatings;
- e) develop guidelines on a recommended approach, which owners could and should take to ensure that specifications communicate the need for particular attention to this aspect of hydraulic design at their sites without establishing criteria which cannot be satisfied because the means are beyond the control of the manufacturers;
- f) develop guidelines concerning operation mode of the hydro turbines in water with particle materials to increase the operation life;

It is assumed in this Guide that the water is not chemically aggressive. Since chemical aggressiveness is dependent upon so many possible chemical compositions, and the materials of the machine, it is beyond the scope of this Guide to address these issues.

It is assumed in this Guide that cavitation is not present in the turbine. Cavitation and abrasion may reinforce each other so that the resulting erosion is larger than the sum of cavitation erosion plus abrasion erosion. The quantitative relationship of the resulting abrasion is not known and it is beyond the scope of this guide to assess it, except to recommend that special efforts be made in the turbine design phase to minimize cavitation.

Large solids (e.g. stones, wood, ice, metal objects, etc.) traveling with the water may impact turbine components and produce damage. This damage may in turn increase the flow turbulence thereby accelerating wear by both cavitation and abrasion. Abrasion resistant coatings can also be damaged locally by impact of large solids. It is beyond the scope of this Guide to address these issues.

This guide focuses mainly on hydroelectric powerplant equipment. Certain portions may also be applicable to other hydraulic machines.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	77
INTRODUCTION.....	79
1 Domaine d'application	80
2 Termes, définitions et symboles	81
2.1 Unités	81
2.2 Termes, définitions et symboles	81
3 Taux d'abrasion	84
3.1 Modélisation théorique	84
3.2 Introduction de la variable <i>PL</i>	86
3.3 Résultats de l'enquête	89
3.4 Modélisation par analogie.....	89
4 Conception	90
4.1 Généralités.....	90
4.2 Système d'adduction hydraulique	91
4.3 Vanne	91
4.3.1 Généralités.....	91
4.3.2 Choix de matériaux et de revêtements résistant à l'abrasion.....	92
4.3.3 Revêtements intérieurs en acier inoxydable.....	92
4.3.4 Protection (par obstruction) de l'espace entre le boîtier et le tourillon	92
4.3.5 Butées extérieures à la vanne	93
4.3.6 Capacité appropriée de l'organe de manœuvre des vannes de garde	93
4.3.7 Augmentation de la taille de la dérivation pour prendre en compte un débit de fuite plus élevé au niveau des directrices	93
4.3.8 Conception du système de dérivation	93
4.4 Turbine.....	93
4.4.1 Généralités.....	93
4.4.2 Conception hydraulique	93
4.4.3 Conception mécanique	96
4.4.4 Fonctionnement.....	103
4.4.5 Pièces de rechange et inspections périodiques	104
4.4.6 Echantillonnage et contrôle continu des particules.....	105
5 Matériaux résistant à l'abrasion	106
5.1 Recommandations concernant la résistance à l'abrasion relative des matériaux, y compris les revêtements spécifiques résistant à l'abrasion	106
5.1.1 Généralités.....	106
5.1.2 Discussion et conclusions.....	106
5.2 Recommandations concernant la maintenabilité des matériaux utilisés pour les revêtements résistant à l'abrasion.....	107
5.2.1 Définition des termes employés dans ce paragraphe	107
5.2.2 Temps entre révisions pour les revêtements de protection.....	108
5.2.3 Entretien des revêtements de protection.....	109
6 Recommandations concernant les éléments à intégrer dans les spécifications	110
6.1 Généralités.....	110
6.2 Propriétés des particules traversant la turbine	111
6.3 Granulométrie des particules.....	111
6.4 Minéralogie des particules pour chacune des périodes susmentionnées.....	112

Annexe A (informative) Exemple de calcul de la valeur PL	113
Annexe B (informative) Mesure et enregistrement des dommages par abrasion	115
Annexe C (informative) Procédure d'échantillonnage de l'eau	129
Annexe D (informative) Procédures d'analyse de la concentration, de la taille, de la dureté et de la forme des particules	130
Annexe E (informative) Essais des matériaux résistant à l'abrasion	133
Annexe F (informative) Critères typiques de détermination de la nécessité d'une révision en raison de l'érosion par abrasion	145
Annexe G (informative) Exemple de calcul du degré d'érosion en utilisant le modèle général	146
Annexe H (informative) Exemples de calcul du TBO dans le modèle de référence	148
Bibliographie.....	151
Figure 1 – Estimation des vitesses caractéristiques dans les directrices, W_{gv} , et dans la roue, W_{run} , en fonction de la vitesse spécifique de la turbine.....	86
Figure 2 – Exemple d'écoulement dans un injecteur Pelton à différentes ouvertures	87
Figure 3 – Exemple de protection de la zone de transition	92
Figure 4 – Aubes en encorbellement pour un projet de réhabilitation	95
Figure 5 – Exemple de cavitation type " moustaches" en ceinture de roue	96
Figure 6 – Conception détaillée des étanchéités du tourillon des directrices	98
Figure 7 – Exemple de fixation de plaques d'usure côté sec	99
Figure 8 – Tuyaux d'équilibrage avec coudes au niveau du flasque supérieur	101
Figure 9 – Labyrinthe à étage de forme optimisée pour application du revêtement dur.....	103
Figure 10 – Évolution dans le temps de la pression dans la bêche spirale	109
Figure D.1 – Exemples typiques de géométrie des particules.....	132
Figure E.1 – Représentation schématique du banc d'essai utilisé lors de l'essai 1	134
Figure E.2 – Appareillage d'essai ASTM	136
Figure E.3 – Éprouvette d'essai	136
Figure E.4 – Installation d'essai "cuve à boue".....	137
Figure E.5 – Banc d'essai à vitesse élevée	138
Figure E.6 – Emplacement des échantillons sur le disque tournant	139
Figure E.7 – Comparaison de deux échantillons après essai.....	139
Figure E.8 – Système d'essai complet à disque tournant.....	140
Figure E.9 – Représentation schématique du banc d'essai utilisé pour l'essai 8.....	141
Figure E.10 – Essai d'échantillons sur banc hydro-abrasif	143
Figure E.11 – Disque support.....	144
Figure E.12 – Courbe du taux d'abrasion en fonction de la vitesse circumférentielle pour 3 types de matériaux.....	144
Tableau 1 – Analyse des données collectées à partir du questionnaire	89
Tableau 2 – Présentation succincte de la faisabilité de la réparation de type C.....	109
Tableau 3 – Formulaire pour les propriétés des particules traversant la turbine	111
Tableau 4 – Formulaire concernant la granulométrie des particules	112
Tableau 5 – Formulaire présentant la composition minérale des particules pour chacune des périodes susmentionnées.....	112

Tableau A.1 – Exemple de documentation des essais sur échantillonnage.....	113
Tableau A.2 – Exemple de documentation des résultats d'échantillonnage	114
Tableau B.1 – Registre d'inspection, formulaire dédié à l'entrée des aubes	121
Tableau B.2 – Registre d'inspection, formulaire dédié à la sortie des aubes	122
Tableau B.3 – Registre d'inspection, formulaire dédié à la ceinture de roue.....	123
Tableau B.4 – Registre d'inspection, formulaire dédié aux directrices	124
Tableau B.5 – Registre d'inspection, formulaire dédié aux plaques d'usure et aux flasques	125
Tableau B.6 – Registre d'inspection, formulaire dédié au labyrinthe supérieur fixe.....	126
Tableau B.7 – Registre d'inspection, formulaire dédié au labyrinthe supérieur mobile	126
Tableau B.8 – Registre d'inspection, formulaire dédié au labyrinthe inférieur fixe	127
Tableau B.9 – Registre d'inspection, formulaire dédié au labyrinthe inférieur tournant	128
Tableau E.1 – Résistance à l'usure relative lors de l'essai en laboratoire n° 1	134
Tableau E.2 – Résistance à l'usure relative dans l'essai en laboratoire n° 2.....	135
Tableau E.3 – Résistance à l'usure relative dans l'essai en laboratoire 3.....	135
Tableau E.4 – Résistance à l'usure relative dans l'essai 4	137
Tableau E.5 – Résultats d'essai.....	138
Tableau E.6 – Résultats d'essai.....	139
Tableau E.7 – Résultats d'essai.....	140
Tableau E.8 – Résistance relative à l'usure lors de l'essai 8	142
Tableau E.9 – Résultats de la résistance à l'usure relative pour certains matériaux ($U =$ 40 m/s)	144
Tableau G.1 – Calculs	147
Tableau H.1 – Exemple de calcul pour une turbine Pelton	148
Tableau H.2 – Exemple de calcul pour une turbine Francis	149

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MACHINES HYDRAULIQUES –
GUIDE RELATIF AU TRAITEMENT DE L'ÉROSION
HYDRO-ABRASIVE DES TURBINES KAPLAN, FRANCIS ET PELTON**

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62364 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
4/279/FDIS	4/283/RVD

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

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

This is a preview of "IEC 62364 Ed. 1.0 b:...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de 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.

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

INTRODUCTION

De nombreux propriétaires de centrales hydroélectriques font face à une dégradation parfois très importante de leurs machines provoquée par des particules abrasives. Ces propriétaires doivent chercher à communiquer, par des moyens appropriés, aux fournisseurs potentiels des machines destinées à leurs sites, leur souhait que les concepteurs portent une attention toute particulière, lors de la phase de conception de la turbine, à la réduction au minimum de la gravité et des effets de l'abrasion par les particules.

Les étapes que le concepteur pourrait suivre, et dont il convient qu'il les suive effectivement, de manière à prolonger la durée de vie utile avant toute révision importante des composantes d'une turbine fonctionnant dans des conditions sévères d'abrasion par les particules, font l'objet d'un consensus restreint. Cette situation a conduit certains propriétaires à intégrer dans leurs spécifications des conditions qui ne peuvent être satisfaites en s'appuyant sur des méthodes et des matériaux connus.

MACHINES HYDRAULIQUES – GUIDE RELATIF AU TRAITEMENT DE L'ÉROSION HYDRO-ABRASIVE DES TURBINES KAPLAN, FRANCIS ET PELTON

1 Domaine d'application

Ce Guide est destiné à:

- a) présenter les données disponibles concernant les taux d'abrasion par particules avec diverses combinaisons de qualité de l'eau, conditions d'exploitation, matériaux et propriétés des composantes; ces données ayant été obtenues sur différents sites hydroélectriques;
- b) développer des lignes directrices applicables aux méthodes de réduction au minimum de l'abrasion par particules par des modifications de la conception hydraulique utilisée en l'absence de particules. Ces lignes directrices n'abordent pas les détails tels que les profils hydrauliques que les spécialistes en conception hydraulique déterminent pour un site donné;
- c) développer des lignes directrices établies sur le « retour d'expérience » concernant la résistance relative de matériaux confrontés aux problèmes d'abrasion par les particules;
- d) développer des lignes directrices concernant la maintenabilité des matériaux résistants à l'abrasion et des revêtements de surface durs;
- e) développer des lignes directrices relatives à la recommandation d'une méthode, que les propriétaires pourraient appliquer, et dont il convient qu'ils l'appliquent effectivement, afin de s'assurer que leurs spécifications montrent la nécessité d'accorder une attention toute particulière à la conception des formes hydrauliques propres à leur site sans imposer des critères qui ne peuvent être satisfaits dans la mesure où les moyens à mettre en œuvre ne sont pas maîtrisables par les constructeurs;
- f) développer des lignes directrices concernant le mode de fonctionnement des turbines hydroélectriques en présence de particules afin d'accroître la durée de vie.

Ce guide fait l'hypothèse d'une eau chimiquement non agressive; étant donné que cette agressivité dépend des diverses compositions chimiques possibles, ainsi que des matériaux constitutifs de la machine, le domaine d'application de ce Guide ne traite pas de cette question.

Ce guide fait également l'hypothèse de l'absence de cavitation au niveau de la turbine. En effet la cavitation et l'abrasion peuvent se renforcer mutuellement de sorte que l'érosion résultante est plus importante que la somme des deux. Comme aucune formulation quantitative de cette abrasion résultante n'est connue, ce guide n'a pas pour objet de l'évaluer, sauf pour recommander, lors de la phase de conception de la turbine, des efforts particuliers visant à minimiser la cavitation.

Des solides de grand volume (comme des pierres, du bois, de la glace, des objets métalliques, etc.) véhiculés par l'eau peuvent percuter les composantes de la turbine et les endommager. Ces dommages peuvent pour leur part accroître la turbulence de l'écoulement et accélérer l'usure par cavitation et par abrasion. Les revêtements durs résistants à l'abrasion peuvent également être endommagés localement suite à l'impact de ces solides de grand volume. Ce guide ne traite pas de ces questions.

Ce guide se concentre principalement sur les équipements des centrales hydroélectriques. Certaines parties de ce guide peuvent également s'appliquer à d'autres machines hydrauliques.