

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60953-3

Première édition
First edition
2001-12

**Règles pour les essais thermiques de réception
des turbines à vapeur –**

**Partie 3:
Essais de vérification des performances
des turbines à vapeur rénovées**

**Rules for steam turbine thermal
acceptance tests –**

**Part 3:
Thermal performance verification tests
of retrofitted steam turbines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60953-3:2001

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 (www.iec.ch/catlg-f.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 (www.iec.ch/JP.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 (www.iec.ch/catlg-e.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 (www.iec.ch/JP.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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60953-3

Première édition
First edition
2001-12

**Règles pour les essais thermiques de réception
des turbines à vapeur –**

**Partie 3:
Essais de vérification des performances
des turbines à vapeur rénovées**

**Rules for steam turbine thermal
acceptance tests –**

**Part 3:
Thermal performance verification tests
of retrofitted steam turbines**

© IEC 2001 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XC**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Domaine d'application et objet.....	12
2 Unités, symboles, termes et définitions.....	14
3 Principes directeurs.....	30
4 Techniques de mesure et appareils de mesure.....	34
5 Dépouillement des essais.....	38
6 Correction des résultats d'essai et comparaison avec la garantie	48
 <i>Les annexes A à G sont données dans la CEI 60953-2</i>	
Annexe H (normative) Incertitude de mesure des résultats – application aux rénovations.....	52
Annexe I (informative) Calculs de rénovations – exemples numériques (fossiles et nucléaires).....	64
Annexe J (informative) Calcul de l'incertitude – exemples numériques (cycles fossiles et nucléaires).....	116
Annexe K (normative) Technique des traceurs – application aux rénovations.....	138
Annexe L (informative) Méthode de la variation des températures	146

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope and object.....	13
2 Units, symbols, terms and definitions.....	15
3 Guiding principles.....	31
4 Measuring techniques and measuring instruments.....	35
5 Evaluation of tests.....	39
6 Corrections of test results and comparison with guarantee	49
 <i>Annexes A to G are given in IEC 60953-2</i>	
Annex H (normative) Measuring uncertainty of results – retrofit application	53
Annex I (informative) Retrofit improvement calculation – numerical examples (fossil and nuclear)	65
Annex J (informative) Uncertainty calculation – numerical examples (fossil and nuclear)	117
Annex K (normative) Tracer technique – retrofit application	139
Annex L (informative) Temperature variation method	147

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RÈGLES POUR LES ESSAIS THERMIQUES DE RÉCEPTION DES TURBINES À VAPEUR –

Partie 3: Essais de vérification des performances des turbines à vapeur rénovées

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 de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 60953-3 a été préparée par le Comité d'études 5 de la CEI: Turbines à vapeur.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
5/130/FDIS	5/137/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 3.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60953-2. Elle utilise la même structure et complète la numérotation des articles de cette dernière, le cas échéant avec du texte complémentaire.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RULES FOR STEAM TURBINE THERMAL ACCEPTANCE TESTS –**Part 3: Thermal performance verification tests
of retrofitted steam turbines**

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 International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60953-3 has been prepared by IEC technical committee 5: Steam turbines.

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

FDIS	Report on voting
5/130/FDIS	5/137/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 3.

This standard should be read in conjunction with IEC 60953-2. It follows the same structure, extending the clause numbering where necessary with complementary text.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

INTRODUCTION

La rénovation d'une turbine à vapeur installée dans une centrale thermique existante s'accompagne fréquemment d'une amélioration des performances. La CEI 60953-1 et la CEI 60953-2 qui définissent les règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur de centrales thermiques neuves ne satisfont pas à toutes les exigences spécifiques aux projets de rénovation. Il a donc été nécessaire d'établir, à titre de directive additionnelle, un code pour rénovations (CR) destiné aux essais thermiques de réception des turbines à vapeur rénovées.

Un grand nombre de dispositions et de recommandations de la CEI 60953-1 et de la CEI 60953-2 restent cependant encore applicables aux rénovations; par conséquent, afin d'éviter un document répétitif et volumineux, seuls les ajouts spécifiques aux rénovations sont indiqués dans ce CR.

Cette partie de la CEI 60953 doit être lue conjointement avec la CEI 60953-2, et les mots "essais de vérification" seront lus en lieu et place de "essais de réception". La CEI 60953-2 constitue la norme de référence (NR). La structure et la numérotation des articles de la norme suivent celles de la CEI 60953-2. Un paragraphe présent dans la norme annule et remplace l'article équivalent de la norme de référence. La numérotation des paragraphes a été étendue pour chaque nouvelle inclusion. Les articles de la norme de référence ne requérant aucune modification n'ont pas été répétés ici, la numérotation suivant l'ordre chronologique.

La CEI 60953-2 a été utilisée comme référence plutôt que la CEI 60953-1, car elle a été jugée plus universelle et appropriée aux rénovations. Bien qu'il soit prévu d'appliquer cette norme à la rénovation des grandes turbines à vapeur à condensation, elle peut néanmoins être utilisée pour d'autres types et d'autres puissances de turbines, afin de définir les bases d'une procédure spécifique, avec l'accord des parties concernées.

Le fait que la CEI 60953-2 ait été privilégiée par rapport à la CEI 60953-1 ne signifie pas qu'une moindre précision ait été retenue. Les règles sont définies de manière à obtenir la précision d'essai appropriée pour le projet de rénovation et pour le type de garantie concerné. Dans certains cas, les règles plus strictes de la CEI 60953-1 sont nécessaires pour atteindre ces objectifs et cela est spécifié dans la norme.

Les règles données dans cette norme couvrent toutes les rénovations de turbines à vapeur. La rénovation de tout autre composant de la centrale (par exemple chaudière, réchauffeurs alimentaires, etc.) n'est pas traitée dans ce code, bien qu'elle puisse affecter le cycle thermodynamique.

L'objectif de ce CR est de traiter les projets de rénovation de turbines à vapeur qui ont une incidence sur le rendement de la centrale thermique et sont soumis à une garantie de performances. De nombreux cas différents peuvent d'être rencontrés: par exemple, le remplacement des organes d'admission vapeur, le remplacement partiel des aubages de la turbine d'un rotor, d'un module complet, etc. Les valeurs de garantie dépendront de la rénovation considérée et seront soumises à l'approbation des parties signataires du contrat. Cette norme aide ces parties à déterminer les paramètres les mieux appropriés caractérisant la rénovation qui pourront être utilisés comme valeurs de garantie.

La grande difficulté dans les projets de rénovation consiste à sélectionner les paramètres à garantir. Bien que le constructeur original préconise généralement une garantie d'amélioration relative, un constructeur qui ne connaît pas nécessairement tous les détails des équipements installés peut préférer offrir une valeur de garantie absolue pour l'équipement rénové. Cette norme donne des directives sur les paramètres à garantir. Une fois les valeurs de garantie établies, elles peuvent être revues et réévaluées après un essai de performance avant rénovation. Cette norme fournit de telles règles nécessaires à la vérification des valeurs garanties.

La grande diversité des rénovations rend difficile à traiter de façon exhaustive l'ensemble des cas mais quelques exemples détaillés illustrent l'application de cette norme et sont présentés en annexes.

INTRODUCTION

Retrofitting steam turbines in an existing power plant frequently involves an improvement of performance. IEC 60953-1 and IEC 60953-2, which define the rules for steam turbine thermal acceptance tests of a new power plant, do not cater for all the requirements specific to retrofit projects. It has, therefore, been deemed necessary to draw up a supplementary retrofit code (RC) for guidance on the thermal acceptance tests of retrofitted steam turbines.

However, a large number of the provisions and recommendations of IEC 60953-1 and IEC 60953-2 are still applicable to retrofits and, therefore, in order to avoid a repetitive and bulky document, only the retrofit-specific addenda will be found in this RC.

This part of IEC 60953 shall be read in conjunction with IEC 60953-2, and the words 'verification test' should be read in place of 'acceptance test'. IEC 60953-2 is taken as a RS. The structure and clause numbering of this standard follow that of IEC 60953-2. Subclauses found in this standard supersede the whole of the equivalent subclause in the RS. Subclause numbering has been extended whenever new items have been included the numbering following on chronologically. The subclauses of the RS requiring no amendment have not been repeated here.

IEC 60953-2 has been used as reference rather than IEC 60953-1 since it is more versatile and appropriate to retrofits. Although this standard is intended to apply to the retrofit of large condensing steam turbines, it can nevertheless be used for other types and sizes of turbines to define the bases of a specific procedure to be agreed upon by the parties involved.

The fact that IEC 60953-2 has been given preference over IEC 60953-1 does not mean that a less accurate option has been taken. The rules it contains are defined so as to obtain the appropriate testing accuracy for the retrofit project and for the relevant type of guarantee. In some cases, the more stringent rules of IEC 60953-1 are needed to meet these objectives and this is indicated in this standard.

The rules given in this standard cover all hardware change in the steam turbine equipment. Changes to other hardware components (e.g. boiler, feedwater heaters, etc.) are not covered by this code although these changes may affect the thermodynamic cycle.

The purpose of this RC is to cover the retrofit of steam turbine components which influence the efficiency of the power plant and are subject to a performance guarantee. Many different situations are likely to be encountered: for example, the replacement of steam valves, the replacement of part of the turbine blading, of a rotor, of a complete module, etc. The guarantee values will depend on the retrofit considered and are subject to agreement between the parties involved in the contract. This standard helps the parties determine the most appropriate parameters that characterise the retrofit and that could be used as guaranteed values.

A major difficulty in retrofit projects is the choice of parameters to be guaranteed. Although the original manufacturer will generally favour a relative improvement guarantee, another vendor who does not necessarily know all the details of the equipment installed may prefer to have an absolute guarantee value for the retrofitted equipment. This standard gives guidance on the parameters to be guaranteed. Once the guaranteed values are established, they may need to be re-evaluated after a pre-retrofit performance test. This standard provides such rules required for the verification of the guaranteed values.

The many variations of retrofits possible make it difficult to cover all cases comprehensively but a few detailed examples illustrating the application of this standard are presented in the annexes.

Les différences majeures avec les articles principaux de la norme de référence sont présentées ci-dessous.

Article 1: Domaine d'application et objet

De par sa spécificité, cette norme a nécessité la définition de nouvelles options concernant les garanties. Il est possible de garantir des paramètres caractéristiques des équipements rénovés (rendement des corps de turbine, perte de charge dans les organes d'admission vapeur, etc.). La norme de référence définit des garanties absolues qui ne permettent pas de spécifier les améliorations entre l'équipement initial et l'équipement rénové, c'est pourquoi la notion de garantie relative est introduite dans cette norme.

Les dispositions contractuelles sont réexaminées, dans la mesure où elles peuvent varier d'un cas à l'autre, étant donné les nombreuses possibilités de rénovations. Ces dispositions seront soumises à l'approbation des parties concernées au moment où les garanties seront définies, c'est-à-dire au cours de l'élaboration du contrat, avant la réalisation des essais de vérification.

Article 2: Unités, symboles, termes et définitions

Toutes les unités, symboles, termes et définitions de la norme de référence sont applicables à ce CR. Cependant, ce CR inclut de nouveaux concepts et termes associés aux cas de rénovation – en particulier dans la définition des garanties qui peuvent être offertes –, soit en supplément, soit en lieu et place de ceux de la norme de référence. Une matrice directive a été également incluse pour permettre aux parties concernées de sélectionner les paramètres à garantir les mieux appropriés en fonction du projet.

Les garanties fournies par le constructeur peuvent être

a) Garanties de valeurs absolues

- Rendement thermique ou consommation spécifique de chaleur de l'installation;
- rendement thermodynamique ou consommation spécifique de vapeur ou puissance de la turbine à des conditions de débit vapeur spécifiées;
- débit principal de vapeur et/ou puissance maximale;
- rendement interne des différents corps de turbine.

b) Garanties de valeurs relatives

- Amélioration du rendement ou de la consommation spécifique de chaleur de l'installation;
- amélioration du rendement thermodynamique ou de la consommation spécifique de vapeur ou de la puissance;
- amélioration du débit principal de vapeur et/ou de la puissance maximale;
- amélioration du rendement interne des différents corps de turbine.

Article 3: Principes directeurs

La plupart des principes directeurs contenus dans la norme de référence sont également applicables aux cas de rénovation. Les modifications ou ajouts à cet article traitent principalement des dispositions à prendre lors de la réalisation des essais avant et après la rénovation et font mention de la référence à utiliser lorsqu'une garantie d'amélioration de performance est proposée.

Une attention particulière est portée aux problèmes d'isolement du cycle et aux déviations acceptables des quantités mesurées qui peuvent avoir une incidence majeure sur l'interprétation des résultats.

The main differences in the main clauses between this standard and the RS are listed below.

Clause 1: Scope and object

Specifically, this standard requires the definitions of new options regarding guarantees. It is possible to guarantee parameters typical of the retrofitted equipment (turbine cylinder efficiency, pressure drop in valve chest, etc.). The RS defines absolute guarantees that are not suitable for specifying improvements between initial and retrofitted equipment, and therefore, relative guarantee values are introduced in this standard.

This standard reviews the contractual provisions, which can vary from one case to another, on account of the wide range of feasible retrofits. These will be subject to an agreement between the parties involved at the time the guarantees are defined i.e. during the formulation of the contract prior to the performance of the verification tests.

Clause 2: Units, symbols, terms and definitions

All the units, symbols, terms and definitions of the RS apply to this RC. The RC, however, includes new concepts and terms associated with the retrofit situation, especially in the definition of guarantees which can be offered, either additionally or in lieu of those of the RS. A guide matrix has been included to allow the parties involved to choose the parameters to be guaranteed, as appropriate to the project.

The guarantees provided by the manufacturer can be

a) Guarantees of absolute values

- Turbine plant thermal efficiency or heat rate;
- turbine thermodynamic efficiency or steam rate or power output at specified steam flow conditions;
- main steam flow capacity and/or maximum power output;
- internal efficiency of turbine sections.

b) Guarantees of relative values

- Improvement of turbine plant thermal efficiency or heat rate;
- improvement of thermodynamic efficiency or steam rate or power output;
- improvement of main steam flow capacity and/or maximum power output;
- improvement of internal efficiency of turbine sections.

Clause 3: Guiding principles

The majority of the guiding principles contained in the RS are also applicable to the retrofit situation. Amendments or addenda to this clause mainly cover the precautions to be taken when tests are to be run before and after the retrofit, and address the reference to be taken when a guarantee on improvement in performance is offered.

Special attention is directed to the problems of isolation of the cycle, and allowable deviations of measured quantities which can greatly affect the interpretation of results.

Article 4: Techniques de mesure et appareils de mesure

Dans le cas de projets de rénovation, il est pratiquement impossible d'établir des règles strictes pour les techniques et les appareils de mesure. Les appareils seront choisis en fonction des exigences de l'installation et de la valeur de garantie à contrôler. Des directives sont données à l'annexe J sur la sensibilité des paramètres garantis à la précision des mesures individuelles de manière à pouvoir choisir les instruments les mieux appropriés.

Etant donné que le débit est l'une des mesures les plus importantes, la norme recommande d'installer des mesures de débit supplémentaires. Les méthodes qui permettent les mesures et les comparaisons simultanées des débits principaux sont souhaitables. L'application de méthodes de mesure du débit avec utilisation de traceurs peut représenter une alternative lorsque le démontage des débitmètres pour étalonnage s'avère difficile; cette méthode est expliquée à l'annexe K.

Article 5: Dépouillement des essais

La norme fournit des précisions sur le dépouillement des garanties supplémentaires applicables aux projets de rénovation. Des règles particulières sont également données pour tenir compte des fuites non identifiées dans les rénovations.

Article 6: Correction des résultats de l'essai et comparaison avec la garantie

Les méthodes de correction définies dans la norme de référence sont également applicables à cette norme, mais sont enrichies par des règles spécifiques gérant les nouveaux types de garantie. En ce qui concerne les essais différés, des recommandations sont données sur les problèmes de vieillissement.

Cet article traite également de la validation des valeurs de performance utilisées comme référence pour déterminer les garanties d'amélioration: une modification de la garantie est acceptable lorsque les essais avant rénovation ont révélé que l'état réel de la turbine était différent de l'état spécifié.

La rénovation de la turbine à vapeur, ou de toute partie de celle-ci, peut avoir des répercussions sur les autres composants de la centrale thermique (réchauffeurs alimentaires, condenseur, chaudière). Si la rénovation influe sur les conditions de fonctionnement d'équipements adjacents, il peut être demandé au constructeur d'en indiquer les conséquences.

Article 7: Incertitude de mesure

Cet article de la norme de référence est complété en annexes I et J par des dispositions relatives à des cas particuliers rencontrés dans des projets de rénovation. Devant la diversité des cas, il est recommandé d'effectuer un calcul de l'incertitude le plus tôt possible, de préférence avant de procéder à la rénovation, afin de définir l'instrumentation nécessaire pour les essais. Les exemples peuvent être utilisés comme bases de référence.

Annexes:

La norme CR comprend cinq nouvelles annexes (H à L) ajoutées aux sept autres existantes (A à G) de la CEI 60953-2.

L'annexe H traite des incertitudes dans les applications de rénovation et complète les informations données en annexe F de la CEI 60953-2.

Les annexes I et J donnent des exemples de calculs de performance et d'incertitude pour plusieurs applications de rénovation, dans des centrales thermiques conventionnelles et nucléaires.

L'annexe K considère spécifiquement les méthodes de mesure de débit par traceur dans les applications de rénovations.

L'annexe L présente un exemple de détermination du débit de fuites internes des turbines à corps combinés haute et moyenne pressions, par la "méthode de variation de température".

Clause 4: Measuring techniques and measuring instruments

In the case of retrofit projects, rigid rules cannot be formulated for measuring techniques and instruments. The instruments should be chosen to suit the requirements of the installation and the guarantee value to be verified. Guidance is given in annex J on the sensitivity of the parameters guaranteed to the accuracy of the individual measurements, so that the most appropriate choice of instrumentation can be made.

Since flow is among the most important measurements, this standard gives guidance on the necessity to fit additional flow-measuring devices. Methods which allow simultaneous measurement and comparison of primary flows are recommended. The use of flow measurement methods using tracers as an appropriate alternative for some applications where it is difficult to remove flow meters for conventional calibration is given in annex K.

Clause 5: Evaluation of tests

This standard gives details of the evaluation of additional guarantees applicable to retrofit projects. Specific rules are also given for unaccounted leakages in retrofit applications.

Clause 6: Correction of test results and comparison with guarantee

The methods of correction defined in the RS are also applicable to this standard but are supplemented by specific rules which apply to the new types of guarantee. For delayed testing, guidance is given on ageing considerations.

This clause also covers the validation of the performance values which are used as a reference for determining improvement guarantee values: an amendment to the guarantee value is acceptable when the pre-retrofit tests have revealed that the actual condition of the turbine undergoing retrofit is different from the specified condition.

The retrofit of the steam turbine, or any part of it, may have consequences on the balance of the plant (feedheaters, condenser, boiler). If the retrofit affects conditions beyond the interface, then the manufacturer may be required to indicate the consequences of the modification on adjacent equipment items.

Clause 7: Measuring uncertainty

This clause of the RS is supplemented by provisions for special cases encountered in retrofit projects in annexes I and J. Since these cases can be diverse, it is recommended that an uncertainty calculation be run as early as possible, preferably before proceeding with the retrofit, so as to be able to define what instrumentation is required for the tests. The examples can be used as reference bases.

Annexes:

In this standard, five new annexes (H to L) have been added to the seven existing ones (A to G) of IEC 60953-2.

Annex H deals with uncertainties for retrofit applications and completes the information given in annex F of IEC 60953-2.

Annex I and J give examples of performance and uncertainty calculations for several retrofit applications, within fossil-fuel and nuclear power plants.

Annex K relates specifically to the tracer technique method of measurement of flow for retrofit applications.

Annex L gives suggestions how to determine, for example, the inter- labyrinth flow of combined HP/IP turbines using the "temperature variation method".

RÈGLES POUR LES ESSAIS THERMIQUES DE RÉCEPTION DES TURBINES À VAPEUR –

Partie 3: Essais de vérification des performances des turbines à vapeur rénovées

1 Domaine d'application et objet

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60953-3, appelée aussi «code pour rénovations» (CR), constitue un guide additionnel pour les essais thermiques de vérification des turbines à vapeur rénovées.

Les règles établies dans cette norme suivent les directives données dans la CEI 60953-2, désignée ci-dessous sous l'appellation norme de référence (NR), mais contiennent des modifications et des ajouts concernant les garanties et leur vérification par des essais thermiques de réception réalisés sur les turbines à vapeur rénovées.

Cette norme présente des principes généraux pour la préparation, la réalisation, le dépouillement, la comparaison avec les valeurs garanties et la détermination des incertitudes de mesure des essais de vérification.

Cette norme n'est applicable que lorsque la rénovation implique le remplacement de tout ou partie de la turbine à vapeur. Corrélativement, toute modification du cycle ou toute rénovation d'un autre équipement de la centrale thermique (par exemple chaudière, réchauffeurs alimentaires, etc.) n'est pas couverte par cette norme.

1.2 Objet

L'objectif de cette norme est d'établir les paramètres de garantie appropriés, la méthode de vérification de ces garanties et de déterminer l'incertitude de mesure.

Les garanties et leurs dispositions seront formulées dans leur intégralité et sans contradiction (voir 2.4 et 2.5 de la CEI 60953-2). Les essais de vérification peuvent également inclure, si nécessaire, des mesures pour déterminer les corrections permettant de se ramener dans les conditions de la garantie et de vérifier les résultats.

1.3 Points à examiner dans le contrat

Certains points de ces règles sont à prendre en considération dès la phase initiale du contrat. Les déviations doivent être identifiées et un accord doit être obtenu entre les parties avant la signature du contrat. Ces points sont traités dans les paragraphes suivants:

RULES FOR STEAM TURBINE THERMAL ACCEPTANCE TESTS –

Part 3: Thermal performance verification tests of retrofitted steam turbines

1 Scope and object

1.1 Scope

This part of IEC 60953, also called "retrofit code" (RC), establishes a supplementary retrofit code for thermal verification tests of retrofitted steam turbines.

The rules given in this standard follow the guidance given in IEC 60953-2, hereinafter called the RS but contain amendments and supplements regarding guarantees and verification of the guarantees by thermal acceptance tests on retrofitted steam turbines.

General principles for the preparation, performance, evaluation, comparison with guaranteed values and the determination of the measurement uncertainties of verification tests are given in this standard.

This standard is applicable only when the retrofit involves some hardware change in the steam turbine equipment. Conversely, any modification on the cycle or any retrofit of other equipment of the power plant (e.g. boiler, feedwater heaters, etc.) is not covered by this standard.

1.2 Object

The purpose of this standard is to establish appropriate guaranteed parameters, to verify these guarantees and to determine measurement uncertainty.

The guarantees with their provisions should be formulated completely and without contradiction (see 2.4 and 2.5 of IEC 60953-2). The verification tests may also include such measurements as are necessary for corrections according to the conditions of the guarantee and checking of the results.

1.3 Matters to be considered in the contract

Some matters in these rules have to be considered at an early stage. Deviations shall be identified and agreement reached between the parties before signing the contract. Such matters are dealt with in the following subclauses:

Article (paragraphes)	Alinéas	Remarques
Introduction	5 et 7	Procédures particulières et valeurs garanties
1	2	Définition des garanties
2.5	Tous les alinéas	
2.5.1.1	2	
3.1	1 et 4	
3.2	4	
6.1.1	Dernier alinéa	
6.8	–	Comparaison de la garantie
6.9.1	–	Dégradation des performances des composants rénovés

1.4 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60953. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60953 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60953-1, *Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur – Première partie: Méthode A – Haute précision pour turbines à vapeur à condensation de grande puissance*

CEI 60953-2, *Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur – Partie 2: Méthode B – Précision de divers degrés pour multiples modèles et tailles de turbines*

2 Unités, symboles, termes et définitions

2.2.1 Symboles et unités pour la présente norme

Grandeur	Symbole	Unité	Exemples de multiples et de sous-multiples	Autres unités ISO
Rendement (total)	η	1		
Facteur de correction de l'humidité	WCF	1		
Pertes restantes (équivalent isentropique)	LL	J/kg	kJ/kg	
Capacité d'absorption de débit	FPC	m ²		
Soupapes ouvertes en grand	VWO			

Clause (subclause)	Paragraph	Remark
Introduction	5 and 7	Specific procedure and guarantee value
1	2	Guarantee definition
2.5	All paragraphs	
2.5.1.1	2	
3.1	1 and 4	
3.2	4	
6.1.1	Last paragraph	
6.8	–	Guarantee comparison
6.9.1	–	Deterioration of performance of retrofitted components

1.4 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60953. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However parties to agreements based on this part of IEC 60953 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60953-1, *Rules for steam turbine acceptance tests – Part 1: Method A – High accuracy for large condensing steam turbines*

IEC 60953-2, *Rules for steam turbine thermal acceptance tests – Part 2: Method B – Wide range of accuracy for various types and sizes of turbines*

2 Units, symbols, terms and definitions

2.2.1 Symbols and units for this standard

Quantity	Symbol	Unit	Examples of multiples and submultiples	Other ISO units
Efficiency (general)	η	1		
Wetness correction factor	WCF	1		
Leaving loss (isentropic equivalent)	LL	J/kg	kJ/kg	
Flow-passing-capacity	FPC	m ²		
Valves wide open	VWO			