

NORME INTERNATIONALE

**Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur -
Partie 4: Essais individuels de série**

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2026 IEC, Geneva, Switzerland

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11

info@iec.ch
www.iec.ch

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application.....	12
1.1 Généralités	12
1.2 Objet	12
1.3 Point à examiner dans le contrat	13
2 Références normatives	13
3 Unités, symboles, termes et définitions	13
3.1 Généralités	13
3.2 Symboles et unités.....	13
3.3 Indices, exposants et définitions.....	14
3.4 Définition des valeurs garanties et des résultats d'essais	14
3.4.1 Recommandations relatives aux paramètres garantis.....	14
3.4.2 Rendement thermique	14
3.4.3 Consommation spécifique de chaleur	15
3.4.4 Rendement thermodynamique	15
3.4.5 Consommation spécifique de vapeur	15
3.4.6 Débit de vapeur principal.....	15
3.4.7 Puissance électrique fournie	15
3.4.8 Valeurs garanties pour les turbines à prélèvements et à pression mixte	15
3.4.9 Capacité de charge thermique (pour applications nucléaires).....	15
3.5 Définitions supplémentaires des résultats des essais individuels de série.....	15
3.5.1 Rendement de la turbine – Détente en zone surchauffée	15
3.5.2 Rendement de la turbine – Détente en zone humide	16
3.5.3 Capacité d'absorption de débit	17
3.5.4 Pressions corrigées d'un étage de turbine	18
3.5.5 Caractéristiques de la consommation spécifique de chaleur et de la puissance électrique fournie.....	18
3.5.6 Caractéristiques de l'apport thermique et de la puissance électrique fournie	19
3.5.7 Performance du composant.....	19
4 Principes directeurs	21
4.1 Dispositions à prendre avant l'essai.....	21
4.2 Accords et dispositions préparatoires en vue des essais	21
4.3 Planification de l'essai.....	22
4.3.1 Délai pour la réalisation des essais de réception.....	22
4.3.2 Réalisation des essais de réception.....	22
4.4 Préparation des essais	22
4.4.1 État de l'installation.....	22
4.4.2 État de la turbine à vapeur	23
4.4.3 État du condenseur	23
4.4.4 Isolement du cycle	23
4.4.5 Vérifications de la fuite des réchauffeurs de condenseur et d'eau alimentaire.....	23
4.4.6 Propreté des filtres à vapeur	24
4.4.7 Contrôle des instruments de mesure utilisés pendant l'essai	24
4.5 Mesures comparatives	24

4.6	Paramétrages en vue des essais	24
4.6.1	Paramètres de charge	24
4.6.2	Paramètres spéciaux.....	24
4.7	Essais préliminaires	24
4.8	Essais de réception	24
4.8.1	Constance des conditions d'essai	24
4.8.2	Écart maximal et fluctuation maximale des conditions d'essai	24
4.8.3	Durée des essais et fréquence des relevés.....	24
4.8.4	Lecture de l'intégration des instruments de mesure.....	24
4.8.5	Autres méthodes.....	24
4.8.6	Enregistrement des essais	25
4.8.7	Mesurage supplémentaire	25
4.8.8	Calculs préliminaires	25
4.8.9	Cohérence et nombre d'essais	25
4.9	Répétition des essais de réception	25
5	Techniques de mesure et instruments de mesure	25
5.1	Vue d'ensemble	25
5.1.1	Exigences de précision des instruments	25
5.1.2	Instruments de mesure.....	25
5.1.3	Incertitude de mesure	25
5.1.4	Étalonnage des instruments	25
5.1.5	Autres instruments	26
5.1.6	Cohérence des instruments d'essai comparatifs.....	26
5.1.7	Considérations particulières relatives aux instruments à poste fixe.....	26
5.2	Mesurage de la puissance	26
5.2.1	Détermination de la puissance mécanique en sortie de turbine.....	26
5.2.2	Mesurage de la puissance de la pompe d'alimentation de la chaudière.....	27
5.2.3	Détermination de la puissance électrique d'un groupe turboalternateur.....	27
5.2.4	Mesurage de la puissance électrique	27
5.2.5	Branchements électriques des instruments	27
5.2.6	Instruments électriques	27
5.2.7	Transformateurs de mesure.....	27
5.3	Mesurage du débit	27
5.3.1	Détermination des débits à mesurer	27
5.3.2	Mesurage du débit principal	30
5.3.3	Installation et emplacement des débitmètres.....	30
5.3.4	Étalonnage des dispositifs de mesure du débit principal pour le débit d'eau	30
5.3.5	Examen des débitmètres	31
5.3.6	Mesurages de pression différentielle	31
5.3.7	Fluctuation du débit d'eau	31
5.3.8	Mesurage des débits secondaires.....	31
5.3.9	Débits secondaires occasionnels.....	32
5.3.10	Masse volumique de l'eau et de la vapeur	32
5.3.11	Détermination du débit d'eau de refroidissement du condenseur	32
5.4	Mesurage de la pression (à l'exclusion de la pression d'échappement des turbines à condensation).....	32
5.4.1	Pressions à mesurer	32
5.4.2	Instruments.....	33

5.4.3	Mesurages de la pression principale.....	33
5.4.4	Pression des orifices de soutirage et des conduites de raccordement.....	33
5.4.5	Vannes d'arrêt	33
5.4.6	Étalonnage des dispositifs de mesure de la pression	33
5.4.7	Pression atmosphérique	34
5.4.8	Correction des relevés	34
5.5	Mesurage de la pression d'échappement d'une turbine à condensation	34
5.5.1	Généralités	34
5.5.2	Plan de mesure.....	34
5.5.3	Prises de pression	34
5.5.4	Distributeurs	34
5.5.5	Conduites de raccordement.....	34
5.5.6	Instruments.....	34
5.5.7	Étalonnage	34
5.6	Mesurage de la température	34
5.6.1	Points de mesure de la température	34
5.6.2	Instruments.....	34
5.6.3	Mesurages de la température principale	34
5.6.4	Mesurages de la température du train d'alimentation (y compris la vapeur soutirée).....	35
5.6.5	Mesurage de la température de l'eau de refroidissement du condenseur	35
5.6.6	Sondes thermométriques.....	35
5.6.7	Précautions à prendre lors des mesurages de la température	35
5.7	Détermination du titre de la vapeur.....	35
5.7.1	Généralités	35
5.7.2	Technique des traceurs.....	35
5.7.3	Méthode de la condensation.....	35
5.7.4	Méthode d'injection à vitesse constante.....	35
5.7.5	Enthalpie au soutirage, déterminée par méthode d'injection à vitesse constante.....	35
5.7.6	Les traceurs et leur utilisation.....	36
5.8	Mesurage du temps.....	36
5.9	Mesurage de la vitesse	36
6	Évaluation des essais	36
6.1	Préparation de l'évaluation	36
6.2	Calcul des résultats.....	36
6.2.1	Calcul des valeurs moyennes des relevés effectués avec les instruments.....	36
6.2.2	Correction et conversion des moyennes relevées.....	36
6.2.3	Vérification des données mesurées	36
6.2.4	Propriétés thermodynamiques de la vapeur et de l'eau.....	37
6.2.5	Calcul des résultats d'essais	37
7	Correction des résultats d'essais et comparaison à la garantie	37
7.1	Valeurs garanties et conditions de garantie.....	37
7.2	Correction du débit de vapeur initial	38
7.3	Correction de la puissance fournie.....	38
7.3.1	Correction de la puissance maximale fournie	38
7.3.2	Correction de la puissance fournie avec le débit de vapeur initial spécifié.....	38

7.4	Correction des performances thermiques	38
7.5	Définition et application des valeurs de correction	38
7.6	Méthodes de correction	38
7.6.1	Généralités	38
7.6.2	Correction par calcul du bilan thermodynamique	38
7.6.3	Correction à l'aide de courbes de correction élaborées par le fabricant	38
7.6.4	Essais pour déterminer les valeurs de correction	39
7.7	Variables à prendre en compte dans la correction de cycles de turbine spécifiques	39
7.7.1	Domaine d'application des corrections	39
7.7.2	Turbines avec réchauffage de l'eau alimentaire	39
7.7.3	Turbines qui n'ont pas de dispositions pour l'ajout ou le soutirage de vapeur après une détente partielle	40
7.7.4	Turbines à soutirage de vapeur pour des usages autres que le réchauffage de l'eau alimentaire (turbines à prélèvements)	40
7.7.5	Autres types de turbines	40
7.8	Comparaison à la garantie	40
7.8.1	Tolérance et pondération	40
7.8.2	Comparaison à la garantie à l'aide d'une courbe de points réels	41
7.8.3	Comparaison à la garantie à l'aide d'un point garanti	41
7.8.4	Comparaison à la garantie pour les turbines avec réglage par étranglement de la vapeur	41
7.8.5	Comparaison à la garantie pour les turbines à prélèvements	41
7.8.6	Considérations supplémentaires pour la comparaison des résultats des essais individuels de série	41
7.9	Dégradation des performances de la turbine (vieillesse)	43
7.9.1	Délai pour réduire le plus possible la dégradation	43
7.9.2	Correction avec essais de comparaison	43
7.9.3	Correction sans essais de comparaison	43
8	Incertitude de mesure	43
8.1	Généralités	43
8.2	Détermination de l'incertitude de mesure des propriétés de vapeur et d'eau	43
8.2.1	Pression	43
8.2.2	Température	43
8.2.3	Enthalpie et différence d'enthalpie	43
8.3	Calcul de l'incertitude de mesure de la puissance fournie	43
8.3.1	Mesurage électrique	43
8.3.2	Mesurage mécanique	43
8.3.3	Marge d'incertitude supplémentaire en raison de conditions de charge instables	44
8.4	Détermination de l'incertitude de mesure du débit massique	44
8.4.1	Mesurage de l'incertitude relative aux mesures du débit massique	44
8.4.2	Mesurage de l'incertitude relative à plusieurs mesurages du débit principal	44
8.4.3	Marge d'incertitude pour les imperfections du cycle	44
8.5	Calcul de l'incertitude de mesure des résultats	44
8.5.1	Généralités	44
8.5.2	Mesurage de l'incertitude sur le rendement thermique	44
8.5.3	Mesurage de l'incertitude relative au rendement thermodynamique	44

8.5.4	Incertitude sur les corrections.....	44
8.5.5	Valeurs indicatives pour l'incertitude de mesure des résultats	44
8.5.6	Incertitude des essais individuels de série	44
8.6	Exemple de calcul d'incertitude	44
Annexe A (normative) Essais de fuites des réchauffeurs d'eau alimentaire et de fuites du condenseur.....		45
A.1	Essais de fuites des réchauffeurs d'eau alimentaire	45
A.2	Essais de fuites du condenseur	45
Annexe B (normative) Évaluation de mesures multiples – Compatibilité		46
Annexe C (normative) Bilans des débits massiques		47
C.1	Bilans des débits massiques (normative)	47
C.2	Débits pour évaluations complémentaires (informatif)	47
Annexe D (informative) Définition statistique courte de la mesure de l'incertitude et de la propagation des erreurs lors des essais de réception.....		48
Annexe E (informative) Méthode de la variation des températures		49
E.1	Description du problème.....	49
E.2	Possibilité de déterminer le débit de fuite.....	49
E.3	Exemple appliqué.....	49
Annexe F (normative) Incertitude de mesure des résultats – Application aux essais individuels de série		50
Annexe G (informative) Recommandations relatives au choix du type d'essai individuel de série à effectuer		53
G.1	Généralités	53
G.2	Surveillance de routine.....	53
G.2.1	Performances des composants (corps, réchauffeur, bêche dégazante, condenseur, pompe et turbine FP, fuites du système)	53
G.2.2	Surveillance de la puissance	53
G.2.3	Surveillance de la capacité de débit	54
G.2.4	Profils de pression et de température à l'étage de la turbine	54
G.3	Essais périodiques de performance	54
G.3.1	Essai de puissance maximale.....	54
G.3.2	Essai de consommation spécifique de vapeur	54
G.3.3	Essai de rendement thermique (consommation spécifique de chaleur)	55
G.3.4	Essai de rendement de la turbine (essai de chute d'enthalpie)	55
G.3.5	Mesurage de l'apport thermique au cycle	56
G.3.6	Mesurage de la chaleur rejetée par le cycle	56
Annexe H (informative) Facteurs de sensibilité des performances de certains composants sur la performance globale du cycle		57
H.1	Généralités	57
H.2	Cycle conventionnel à resurchauffe élevée	57
H.3	Petite turbine industrielle à contre-pression avec soutirage	58
H.4	Turbine à condensation à cycle combiné avec injection.....	58
Annexe I (informative) Limites thermodynamiques types et disposition des instruments pour les essais individuels de série		59
I.1	Généralités	59
I.2	Limites thermodynamiques types et dispositions des instruments	59

Annexe J (informative) Calcul et analyse des résultats d'essais – Exemple numérique	62
J.1 Vue d'ensemble	62
J.2 Généralités	62
J.3 Instruments	63
J.4 Disposition des points de mesure	66
J.5 Déroulement de l'essai	67
J.6 Calcul et interprétation des résultats d'essais	67
J.6.1 Corrections et principaux résultats d'essais pour la turbine	67
J.6.2 Diagnostic de la consommation spécifique de chaleur	69
J.6.3 Capacité de débit et puissance électrique fournie	71
J.6.4 Rendement de la turbine HP/MP	71
J.6.5 Performances des réchauffeurs HP	72
J.6.6 État des fuites du système	73
Annexe K (informative) Exemple numérique de calcul de l'incertitude des essais individuels de série (installation à combustible fossile)	74
K.1 Généralités	74
K.2 Incertitude de mesure	74
K.3 Résultats du calcul de l'incertitude	75
Bibliographie	80
Figure 1 – Rendement isentropique de la turbine	16
Figure 2 – Diagramme indiquant l'emplacement et le type des instruments d'essai pour un essai périodique type de rendement thermique (débit de condensats comme débit principal)	28
Figure 3 – Diagramme indiquant l'emplacement et le type des instruments d'essai pour un essai périodique type de rendement thermique (débit de l'eau alimentaire finale comme débit principal)	29
Figure I.1 – Exemple 1	60
Figure I.2 – Exemple 2	60
Figure I.3 – Exemple 3	61
Figure I.4 – Exemple 4	61
Figure J.1 – Disposition des points de mesure	66
Figure J.2 – Courbe de relation entre la consommation spécifique de chaleur et la puissance électrique fournie corrigées	71
Figure K.1 – Diagramme du bilan thermodynamique d'origine	76
Tableau 1 – Répartition des fuites non comptabilisées	37
Tableau H.1 – Sensibilité des performances des composants sur la performance globale du cycle pour un cycle conventionnel de réchauffage type	57
Tableau H.2 – Sensibilité des composants sur la performance globale du cycle pour une unité de cogénération type	58
Tableau H.3 – Sensibilité des composants sur la performance globale du cycle pour une unité de turbine CCGT	58
Tableau J.1 – Spécifications techniques de la turbine	62
Tableau J.2 – Liste des instruments	63
Tableau J.3 – Principaux résultats des essais en conditions 350 MW et VWO	68
Tableau J.4 – Principaux résultats des essais en conditions de charge partielle	69

Tableau J.5 – Variation de la consommation spécifique de chaleur due aux paramètres limites (350 MW, essai après arrêt)	70
Tableau J.6 – Variation de la consommation spécifique de chaleur due aux performances des composants (350 MW, essai après arrêt)	70
Tableau J.7 – Résultats des performances des réchauffeurs.....	72
Tableau K.1 – Hypothèse d'incertitude variable totale mesurée.....	75
Tableau K.2 – Résultat de l'incertitude pour la différence de consommation spécifique de chaleur d'une installation à combustible fossile	77

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur - Partie 4: Essais individuels de série

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC [avait/n'avait pas] reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60953-4 a été établie par le comité d'études 5 de l'IEC: Turbines à vapeur. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
5/298/FDIS	5/302/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

La présente partie de l'IEC 60953 doit être lue conjointement avec l'IEC 60953-0 et les termes "essai de réception" doivent être remplacés par "essai individuel de série", les termes "conditions de garantie" doivent être remplacés par "conditions de référence" et les termes "valeur garantie" doivent être remplacés par "valeur de référence". L'IEC 60953-0 est retenue comme norme de référence.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60953, publiées sous le titre général *Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

INTRODUCTION

Les essais individuels de série dans une centrale existante impliquent principalement une analyse, une surveillance et un contrôle des performances des turbines à vapeur. L'IEC 60953-0, qui définit les règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur de centrales thermiques, ne satisfait pas à l'ensemble des exigences spécifiques aux essais individuels de série. L'élaboration d'une norme supplémentaire (le présent document) a été jugée nécessaire afin de fournir des recommandations pour les essais individuels de série des turbines à vapeur existantes.

Néanmoins, plusieurs dispositions et recommandations de l'IEC 60953-0 continuent à s'appliquer aux essais individuels de série. Afin d'éviter un document redondant et volumineux, seuls les addenda spécifiques aux essais individuels de série sont donc indiqués dans le présent document.

Même s'il est prévu d'appliquer le présent document aux essais individuels de série des turbines à vapeur à condensation de puissance élevée, celui-ci peut néanmoins être utilisé pour d'autres types et puissances de turbines afin de définir les principes de base d'une procédure spécifique, avec l'accord des parties concernées.

Le présent document a pour objet de traiter les composants existants des turbines à vapeur qui ont une incidence sur le rendement de la centrale thermique. Il aide les parties à déterminer les paramètres les plus appropriés qui caractérisent la variation relative des performances et qui peuvent être utilisés pour la surveillance et l'analyse des performances à long terme.

Le présent document met l'accent sur les performances relatives plutôt que sur les valeurs absolues. Il met l'accent sur la répétabilité des résultats d'essais plutôt que sur l'incertitude absolue des essais. En outre, selon le type d'essai et les limites thermodynamiques choisies, l'état complet de chaque composant peut ne pas être connu. Dans certains cas, selon les résultats des essais individuels de série, un essai de diagnostic complet ou supplémentaire peut être nécessaire.

À titre de référence uniquement, un exemple numérique de calcul et d'analyse d'une unité de turbine à vapeur à combustible fossile est fourni à l'Annexe J.

La structure et la numérotation des articles du présent document suivent celles de l'IEC 60953-0. Chacun des paragraphes du présent document annule et remplace le paragraphe équivalent de l'IEC 60953-0. La numérotation des paragraphes a été étendue afin d'inclure les ajouts.

Les principales différences entre le présent document et l'IEC 60953-0 sont répertoriées ci-dessous.

- Article 1: Domaine d'application

Le présent document contient des articles supplémentaires pour les essais individuels de série des turbines à vapeur, notamment l'analyse et le contrôle des performances relatives par des essais individuels de série.

Il donne les principes généraux et détermine l'incertitude de mesure des essais individuels de série périodiques.

Le présent document a pour objet de fournir un guide de procédures d'essai simples et économiques pour évaluer les performances relatives à long terme des turbines et des cycles de turbine.

Une procédure d'essai simplifiée spécifique est admise, ce qui donne une exactitude moins bonne pour les valeurs absolues et une plage d'incertitude plus large. L'exactitude des résultats des variations de performance est suffisante pour les besoins des essais.

- Article 2: Références normatives

L'IEC 60953-0:2022 a été ajoutée comme référence.

– Article 3: Unités, symboles, termes et définitions

Les définitions données dans l'IEC 60953-0:2022 s'appliquent au présent document. Certaines nouvelles définitions impliquant les essais individuels de série ont été ajoutées.

– Article 4: Principes directeurs

La plupart des principes directeurs contenus dans l'IEC 60953-0 s'appliquent également aux essais individuels de série. Le présent document fournit des lignes directrices supplémentaires sur la planification, l'organisation, le pilotage des essais, la mise en place des essais et l'isolement du cycle, ainsi que les conditions d'essai admissibles.

– Article 5: Techniques de mesure et instruments de mesure

Conformément à l'objet et au domaine d'application des essais individuels de série, les exigences spécifiques à la cohérence des instruments d'essai, à l'étalonnage des instruments et à l'utilisation des instruments à poste fixe sont indiquées.

– Article 6: Évaluation des essais

Le présent document donne des conseils supplémentaires pour les fuites admissibles du cycle.

– Article 7: Correction des résultats d'essais et comparaison

D'autres considérations sont prises en compte pour la comparaison des résultats des essais individuels de série, notamment les tendances des paramètres de performance et le diagnostic de la consommation spécifique de chaleur.

– Article 8: Incertitude de mesure

L'article de l'IEC 60953-0:2022 est complété par des dispositions relatives aux cas particuliers rencontrés dans le cadre des essais individuels de série de l'Annexe K. Les exemples peuvent être utilisés comme base de référence.

– Annexes:

Les Annexes A à E de l'IEC 60953-0:2022 s'appliquent.

Six nouvelles annexes ont été ajoutées aux annexes existantes.

- Annexe F: Incertitude de mesure des résultats – Application aux essais individuels de série.
- Annexe G: Recommandations relatives au choix du type d'essai individuel de série à effectuer.
- Annexe H: Facteurs de sensibilité des performances de certains composants sur le rendement global du cycle.
- Annexe I: Limites thermodynamiques types et disposition des instruments pour les essais individuels de série.
- Annexe J: Calcul et analyse des résultats d'essais – exemple numérique.
- Annexe K: Exemples numériques de calcul de l'incertitude des essais individuels de série (installation à combustible fossile).

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La présente partie de l'IEC 60953 établit une norme supplémentaire pour les essais individuels de série des turbines à vapeur.

Les règles établies dans le présent document suivent les recommandations de l'IEC 60953-0, mais contiennent des amendements et des ajouts qui concernent l'analyse et le contrôle des performances relatives par des essais individuels de série réalisés sur les turbines à vapeur.

Le présent document établit les principes généraux pour la préparation, l'évaluation des performances, les tendances des paramètres de performance et la détermination de l'incertitude de mesure lors des essais individuels de série.

Le présent document s'applique aux essais individuels de série qui couvrent une large plage d'exactitude sur les turbines à vapeur de chaque type, débit et application, fonctionnant avec de la vapeur surchauffée ou saturée.

Le présent document n'est pas destiné à être appliqué dans le cadre des essais de réception des nouvelles unités ou des rénovations, et l'application du présent document dans un tel cadre est fortement déconseillée.

1.2 Objet

Le présent document a pour objet de fournir des procédures d'essai simples et économiques pour réaliser, analyser et contrôler les performances relatives tout au long de la durée de vie des turbines et des cycles de turbine.

Les principaux objectifs des essais individuels de série sont les suivants:

- a) fournir des recommandations pour la planification des arrêts de maintenance en fonction des performances;
- b) détecter ou diagnostiquer les variations de performances dans des zones spécifiques de la turbine ou du cycle de turbine;
- c) fournir des résultats pour les courbes de répartition économique des unités;
- d) fournir les amplitudes relatives des pertes dans le cycle de la turbine à vapeur avant de pouvoir prioriser les actions à prendre pour corriger les anomalies;

Des procédures d'essai simplifiées spécifiques visent à réduire le plus possible les besoins en instrumentation et en personnel d'essai. Une exactitude relative et une plage d'incertitude étendue ont été adoptées en lieu et place des résultats d'essais de réception.

Le présent document met l'accent sur la répétabilité des résultats d'essais plutôt que sur l'exactitude des essais.

Les résultats des essais individuels de série peuvent inclure les éléments suivants:

- e) performances de la turbine et du cycle de turbine;
 - 1) rendement thermique ou consommation spécifique de chaleur;
 - 2) puissance électrique fournie;
 - 3) consommation spécifique de vapeur;
 - 4) débit de vapeur principal;
 - 5) nucléaire: capacité de charge thermique de la turbine à vapeur dans des conditions définies;

- f) performances du composant et paramètres de tendance;
- 1) facteurs de débit d'un étage de turbine;
 - 2) pression corrigée d'un étage de turbine;
 - 3) isolement du cycle;
 - 4) rendement des turbines HP et MP – détente en zones surchauffées;
 - 5) réchauffeur, bâche dégazante, condenseur, pompe d'alimentation de la chaudière (BFP) et turbine BFP;
 - 6) débit de fuite au niveau des garnitures d'étanchéité entre les corps HP et MP (pour les turbines combinées HP/MP).

1.3 Point à examiner dans le contrat

Le 1.3 de l'IEC 60953-0:2022 s'applique.

2 Références normatives

L'Article 2 de l'IEC 60953-0:2022 s'applique, avec l'ajout suivant:

IEC 60953-0:2022, *Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur – Partie 0: Plage de précision étendue pour différents types et dimensions de turbines*

3 Unités, symboles, termes et définitions

L'Article 3 de l'IEC 60953-0:2022 s'applique, avec les ajouts suivants:

3.1 Généralités

Le 3.1 de l'IEC 60953-0:2022 s'applique.

3.2 Symboles et unités

Le 3.2 de l'IEC 60953-0:2022 s'applique, en plus de ce qui suit:

Grandeur	Symbole	Unité	Exemples de multiples et sous-multiples	Autres unités ISO
Rendement (total)		1		
Facteur de correction de l'humidité	WCF	1		
Capacité d'absorption de débit	FPC	m ²		
Vannes complètement ouvertes	VWO			
Différences de température finale	TTD	°C		
Approche du refroidisseur de purge	DCA	°C		