

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
41**

Troisième édition  
Third edition  
1991-11

---

---

**Essais de réception sur place des turbines  
hydrauliques, pompes d'accumulation et  
pompes-turbines, en vue de la détermination  
de leurs performances hydrauliques**

**Field acceptance tests to determine the  
hydraulic performance of hydraulic turbines,  
storage pumps and pump-turbines**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 41: 1991

## Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
41**

Troisième édition  
Third edition  
1991-11

---

---

**Essais de réception sur place des turbines  
hydrauliques, pompes d'accumulation et  
pompes-turbines, en vue de la détermination  
de leurs performances hydrauliques**

**Field acceptance tests to determine the  
hydraulic performance of hydraulic turbines,  
storage pumps and pump-turbines**

© CEI 1991 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XK**

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

**Essais de réception sur place des turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines, en vue de la détermination de leurs performances hydrauliques**

**Field acceptance tests to determine the hydraulic performance of hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines**

## CORRIGENDUM 1

*Correction dans le texte anglais uniquement*

Page 3

### CONTENTS

*In the title of subclause 4.1, instead of*

... provision for the test ...

*read*

... provision for test ...

Page 13

*Correction dans le texte anglais uniquement*

*In clause 1, Scope and object, change the numeration in order to obtain (as on page 12):*

### 1 Scope and object

#### 1.1 Scope

1.1.1 This International Standard ...

1.1.2 Model tests, when used ...

1.1.3 Tests of speed ...




#### 1.2 Object

#### 1.3 Types of machines




Page 17

Page 16

*Dans le tableau, au paragraphe 2.3.1.7 (Limites), remplacer les signes représentatifs existants par les nouveaux signes suivants:*

... ne pas dépasser   
... atteindre  ou 

*In the table, subclause 2.3.1.7 (Limits), replace the existing symbols by the following new symbols:*

... not to be exceeded   
... to be reached  or 

In the table, subclause 2.3.6.4, third column, in the sixth line, instead of

$$\dots \text{ and } \bar{g} = -\frac{g_3 + g_4}{2}$$

read

$$\dots \text{ and } \bar{g} = \frac{g_3 + g_4}{2}$$

Dans le tableau, au paragraphe 2.3.6.5, sous «Terme» (deuxième colonne), au lieu de

... pompe d bit

lire

... pompe d bit nul

Correction in the French text only.

Dans la partie supérieure du schéma, placer les deux équations existantes afin de les situer ensemble à droite, au-dessus du schéma décrivant un «Groupe axe horizontal», comme suit:

$$\begin{aligned} Z_1 &= z_1' - z_1 \\ Z_2 &= z_2' - z_2 \end{aligned}$$

Dans la bordure de droite du schéma, à la hauteur de la pointe de flèche, ajouter l'équation suivante:

$$z_1 = z_2$$

In the upper part of the diagram, rearrange the two existing equations so as to place them together, on the right-hand side, above the diagram describing a "Horizontal shaft unit" as follows:

$$\begin{aligned} Z_1 &= z_1' - z_1 \\ Z_2 &= z_2' - z_2 \end{aligned}$$

Add, at the right-hand side of the diagram, level with the arrowhead, the following equation:

$$z_1 = z_2$$

Page 84, figure 14

*Correction in the French text only*

*Dans le schéma, au lieu de «constant», lire partout «constante».*

Page 86

*Correction in the French text only*

6.2.3.2 Erreurs alatoires

*Dans l'avant-dernière ligne de la page, au lieu de*

*. . . dépend de la combinaison des lectures et de la combinaison de l'erreur alatoire . . .*

*lire*

*. . . dépend de la combinaison de l'erreur alatoire . . .*

Page 128

Page 129

10.2.3.2 Prescriptions complémentaires

10.2.3.2 Additional requirements

*Au cinquième alinéa, au lieu de*

*In the fifth paragraph, instead of*

*Annexes F et G de l'ISO 3354:*

*Annexes F and G of ISO 3354:*

*lire*

*read*

*Annexes H et J de l'ISO 3354:*

*Annexes H and J of ISO 3354:*

*Correction dans le texte anglais uniquement*

Page 141

10.2.5.6 Computation of discharge

*In the eighth line of text, instead of*

*m is the coefficient . . .*

*read*

*m is a coefficient . . .*

*Correction dans le texte anglais uniquement*

Page 195, figure 34b

*In the legends below the diagram, on the right-hand side; in the first line, instead of*

*. . . (geodesic . . .*

*read*

*. . . (geodetic . . .*

*third line, instead of*

$$z_B' = z_B' - z_B \dots$$

*read*

$$Z_B' = z_B' - z_B \dots$$

Page 204, figure 37

*M me correction qu'en page 34 (voir ci-dessus)*

Page 206, figure 38

*M me correction qu'en page 36 (voir ci-dessus)*

Page 212

*Dans l' equation encadr e au haut de la page, apr s le H, ajouter un signe gal (=); au lieu de*

Page 205, figure 37

*Same correction as on page 35 (see above)*

Page 207, figure 38

*Same correction as on page 37 (see above)*

Page 213

*In the framed equation at the top of the page, after the H add an equal sign (=); instead of*

$$E = \bar{g} \cdot H \frac{(p_{abs_1} - p_{abs_2})}{\rho} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2} + \bar{g} \cdot (z_1 - z_2)$$

*lire*

*read*

$$E = \bar{g} \cdot H = \frac{(p_{abs_1} - p_{abs_2})}{\rho} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2} + \bar{g} \cdot (z_1 - z_2)$$

Page 214

*Dans l' equation situ e juste au-dessous de la figure 41 au lieu de*

Page 215

*In the equation following figure 41, instead of*

$$NPSE = g_2 \cdot NPSH = \frac{(p_{abs_2} - p_{va})}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} + g_2 \cdot (z_r - z_2)$$

*lire*

*read*

$$NPSE = g_2 \cdot NPSH = \frac{(p_{abs_2} - p_{va})}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} - g_2 \cdot (z_r - z_2)$$

*Correction dans le texte anglais uniquement*

Page 219, figure 42

*In the legends under the diagram, instead of*

*d = 3 mm 6 mm*

*read*

*d = 3 mm to 6 mm*

Page 228, figure 45a

Page 229, figure 45a

*In the third line of the legends half-way up the diagram, instead of*

$\Delta p$  = differential-pressure

*read*

$\Delta p$  = differential pressure

*Sous le schéma, dans la formule pour  $p_M$  enlever un  $\Delta$  afin de lire:*

*Under the diagram, in the formula for  $p_M$ , delete one  $\Delta$  in order to read:*

$$p_M = p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 = p + \rho_{\text{oil}} \cdot g \cdot (h_2 - h_1) + \rho \cdot g \cdot h_1 + \Delta p$$

Page 256

Page 257

*Sous l'équation (4), dans la dernière formule de la page, aligner les indices; au lieu de*

*Under equation (4), in the last formula on the page, align indices; instead of*

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}}(2w)}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}}(2w)}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

*lire*

*read*

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}}(2w)}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}}(2w)}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

Page 280

*Correction in the French text only*

*Dans la légende de la figure 58, au lieu de*

- Dimension du b ti . . .

*lire*

- Dimensions du b ti . . .

*Correction dans le texte anglais uniquement*

Page 303

*In the penultimate line of the page:*

*instead of "ou", read "or".*

*Correction in the French text only*

Page 308

#### 14.4.2 Mesures auxiliaires

*Dans la première ligne, au lieu de*

. . .  $\pm 5$  % pr s, . . .

*lire*

. . .  $\pm 5$  % pr s environ, . . .

Page 322

*Paragraphe 15.2.1.1, deuxième alinéa, dernière ligne, au lieu de*

...  $n$ , théoriquement égal ...

lire

...  $n$  est théoriquement égal ...

Page 323

*Subclause 15.2.1.1, second paragraph, last line, instead of*

...  $n$  theoretically equal to ...

read

...  $n$  is theoretically equal to ...

Page 356

*Dans les première et troisième lignes du texte juste au-dessous du tableau C1, au lieu de « $\bar{Y}$ » et « $\bar{Y}_r$ » lire  $Y_r$*

Page 357

*In the first line and third line of text, just below table C.1, instead of " $\bar{Y}$ " and " $\bar{Y}_r$ " read  $Y_r$*

Page 398

*Correction in the French text only*

Annexe H

*Dans le titre, la deuxième ligne, au lieu de*

... **DE L' ÉNERGIE MÉCANIQUE**

lire

... **DE L' ÉNERGIE MÉCANIQUE  
MASSIQUE**

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	8
PRÉFACE . . . . .	8

SECTION UN – RÈGLES GÉNÉRALES

Articles

1. Domaine d'application et objet . . . . .	12
1.1 Domaine d'application . . . . .	12
1.2 Objet . . . . .	12
1.3 Types de machines . . . . .	12
1.4 Référence à des normes CEI et ISO . . . . .	14
1.5 Sujets exclus . . . . .	14
2. Terminologie, définitions, symboles et unités . . . . .	14
2.1 Généralités . . . . .	14
2.2 Unités . . . . .	14
2.3 Liste des termes, définitions, symboles et unités . . . . .	14
3. Nature et étendue des garanties de performances hydrauliques . . . . .	50
3.1 Généralités . . . . .	50
3.2 Garanties principales . . . . .	50
3.3 Autres garanties . . . . .	54
4. Organisation de l'essai . . . . .	58
4.1 Dispositions à prévoir pour l'essai . . . . .	58
4.2 Autorité pour l'essai . . . . .	58
4.3 Personnel . . . . .	58
4.4 Préparation de l'essai . . . . .	58
4.5 Accord sur le programme d'essai . . . . .	60
4.6 Appareils de mesure . . . . .	62
4.7 Relevés . . . . .	62
4.8 Inspection après l'essai . . . . .	64
4.9 Rapport final . . . . .	66

SECTION DEUX – EXÉCUTION DE L'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DES PERFORMANCES  
DE LA MACHINE EN RÉGIME PERMANENT

5. Modalités d'exécution de l'essai et conditions à remplir . . . . .	70
5.1 Modalités générales d'exécution de l'essai . . . . .	70
5.2 Conditions à remplir pour l'essai . . . . .	76
6. Calcul et analyse des résultats . . . . .	80
6.1 Calcul des résultats d'essai . . . . .	80
6.2 Incertitudes de mesure et présentation des résultats . . . . .	86
6.3 Comparaison avec les garanties . . . . .	92

SECTION TROIS – EXÉCUTION DE L'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES  
DE LA MACHINE EN RÉGIME TRANSITOIRE

7. Modalités d'exécution de l'essai et conditions à remplir . . . . .	108
7.1 Conditions d'essai . . . . .	108
7.2 Modalités d'exécution de l'essai et instrumentation . . . . .	110

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	9
PREFACE . . . . .	9

## SECTION ONE – GENERAL RULES

Clause		Page
1.	Scope and object . . . . .	13
	1.1 Scope . . . . .	13
	1.2 Object . . . . .	13
	1.3 Types of machines . . . . .	13
	1.4 Reference to IEC and ISO standards . . . . .	15
	1.5 Excluded topics . . . . .	15
2.	Terms, definitions, symbols and units . . . . .	15
	2.1 General . . . . .	15
	2.2 Units . . . . .	15
	2.3 List of terms, definitions, symbols and units . . . . .	15
3.	Nature and extent of hydraulic performance guarantees . . . . .	51
	3.1 General . . . . .	51
	3.2 Main guarantees . . . . .	51
	3.3 Other guarantees . . . . .	55
4.	Organisation of test . . . . .	59
	4.1 Adequate provision for the test . . . . .	59
	4.2 Authority for test . . . . .	59
	4.3 Personnel . . . . .	59
	4.4 Preparation for test . . . . .	59
	4.5 Agreement on test procedure . . . . .	61
	4.6 Instruments . . . . .	63
	4.7 Observations . . . . .	63
	4.8 Inspection after test . . . . .	65
	4.9 Final report . . . . .	67

SECTION TWO – EXECUTION OF TEST FOR THE DETERMINATION  
OF THE STEADY STATE PERFORMANCE OF THE MACHINE

5.	Test conditions and procedure . . . . .	71
	5.1 General test procedure . . . . .	71
	5.2 Test conditions to be fulfilled . . . . .	77
6.	Computation and analysis of results . . . . .	81
	6.1 Computation of test results . . . . .	81
	6.2 Uncertainties in measurements and presentation of results . . . . .	87
	6.3 Comparison with guarantees . . . . .	93

SECTION THREE – EXECUTION OF TEST FOR THE DETERMINATION  
OF THE TRANSIENT CHARACTERISTIC OF THE MACHINE

7.	Test conditions and procedure . . . . .	109
	7.1 Test conditions . . . . .	109
	7.2 Test procedure and instrumentation . . . . .	111