

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
609**

Première édition
First edition
1978

**Evaluation de l'érosion de cavitation
dans les turbines, les pompes d'accumulation
et les pompes-turbines hydrauliques**

**Cavitation pitting evaluation in hydraulic
turbines, storage pumps and pump-turbines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 609: 1978

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
609**

Première édition
First edition
1978

**Evaluation de l'érosion de cavitation
dans les turbines, les pompes d'accumulation
et les pompes-turbines hydrauliques**

**Cavitation pitting evaluation in hydraulic
turbines, storage pumps and pump-turbines**

© CEI 1978 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

P

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
 SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Introduction	6
2. Domaine d'application et objet	10
3. Exclusions et limites	10
 SECTION DEUX – TERMINOLOGIE, SYMBOLES ET DÉFINITIONS	
4. Système de mesure	12
5. Liste des termes employés	12
 SECTION TROIS – NATURE ET ÉTENDUE DES GARANTIES RELATIVES À L'ÉROSION DE CAVITATION	
6. Période de garantie	18
7. Définition de l'extension de l'érosion de cavitation	18
8. Plages et durée de fonctionnement	18
 SECTION QUATRE – MODALITÉS D'EXÉCUTION DES ESSAIS	
9. Réparation prématurée des dégâts dus à la cavitation	20
10. Mesure et calcul de l'extension de l'érosion de cavitation	22
 SECTION CINQ – CALCUL DES RÉSULTATS	
11. Respect de la garantie	26
ANNEXE A – Exemples d'extension de l'érosion de cavitation	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE – GENERAL	
Clause	
1. Introduction	7
2. Scope and object	11
3. Excluded topics and limitations	11
SECTION TWO – TERMS, SYMBOLS AND DEFINITIONS	
4. Measuring system	13
5. List of terms	13
SECTION THREE – NATURE AND EXTENT OF CAVITATION PITTING GUARANTEES	
6. Period of guarantee	19
7. Definition of the amount of cavitation pitting	19
8. Operating ranges and duration of operation	19
SECTION FOUR – TEST PROCEDURE	
9. Premature repair of cavitation pitting	21
10. Measurement and calculation of the amount of cavitation pitting	23
SECTION FIVE – COMPUTATION OF RESULTS	
11. Fulfillment of the guarantee	27
APPENDIX A – Examples of amounts of cavitation pitting	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉVALUATION DE L'ÉROSION DE CAVITATION DANS LES
TURBINES, LES POMPES D'ACCUMULATION ET LES
POMPES-TURBINES HYDRAULIQUES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 4 de la CEI: Turbines hydrauliques.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Munich en 1973 et à Tokyo en 1975. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 4 (Bureau Central)35, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Brésil	Suède
Bulgarie	Suisse
Canada	Tchécoslovaquie
Egypte	Turquie
Espagne	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications Nos. 193A: Premier complément à la Publication 193: Code international concernant les essais de réception sur modèle des turbines hydrauliques.
- 497: Code international concernant les essais de réception sur modèle réduit des pompes d'accumulation.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CAVITATION PITTING EVALUATION IN HYDRAULIC TURBINES,
STORAGE PUMPS AND PUMP-TURBINES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 4, Hydraulic Turbines.

Drafts were discussed at meetings held in Munich in 1973 and in Tokyo in 1975. As a result of this second meeting, a draft, Document 4(Central Office)33, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Austria
Belgium
Brazil
Bulgaria
Canada
Czechoslovakia
Egypt
France
Germany
Italy

Japan
Norway
Romania
South Africa (Republic of)
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet
Socialist Republics
United Kingdom

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 193A: First supplement to Publication 193: International Code for Model Acceptance Tests of Hydraulic Turbines.
- 497: International Code for Model Acceptance Tests of Storage Pumps.

ÉVALUATION DE L'ÉROSION DE CAVITATION DANS LES TURBINES, LES POMPES D'ACCUMULATION ET LES POMPES-TURBINES HYDRAULIQUES

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

1. Introduction

Les garanties relatives à l'érosion de cavitation dans les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines hydrauliques sont complètement différentes des autres garanties établies dans un contrat et représentent des caractéristiques propres à la machine, telles que le rendement. L'extension de l'érosion de cavitation dépend essentiellement de quatre facteurs:

- a) Le type et le tracé de la machine.
- b) La matière et l'état de surface des parties soumises à la cavitation.
- c) Le calage en hauteur de la machine dans la station, c'est-à-dire la valeur du σ d'installation.
- d) La durée et les conditions de fonctionnement.

Les points a) et b) définissent la machine et les points c) et d) dépendent de la conception de l'installation et de son fonctionnement. En conséquence, la garantie relative à l'érosion de cavitation ne peut être définie que d'un commun accord entre le client et le fournisseur pendant le projet de l'installation ou durant les négociations du contrat.

Une telle garantie peut être établie de deux manières différentes:

ou bien le calage en hauteur de la machine (et par conséquent la valeur du σ d'installation) est donné et l'extension de l'érosion de cavitation doit être fixée d'un commun accord compte tenu de la taille, de la vitesse de rotation, du matériau, des états de surface, du fonctionnement, etc., de la turbine ou de la pompe (voir les figures 1a et 1b, page 8).

ou bien l'extension de l'érosion de cavitation est fixée dans certaines limites et l'on doit convenir du calage en hauteur de la machine (voir les figures 1a et 1c, page 8).

Dans certains cas, une machine peut avoir son fonctionnement normal en l'absence de toute cavitation (par exemple turbines Pelton fonctionnant avec de faibles variations de chute, turbines à axe horizontal dans les installations d'accumulation, etc.), ou bien il est demandé qu'elle fonctionne sans cavitation aucune; mais il est généralement plus économique d'accepter une légère érosion de cavitation, ce qui conduit à un calage en hauteur à un niveau plus élevé qu'il ne serait nécessaire pour obtenir un fonctionnement des machines sans érosion de cavitation.

CAVITATION PITTING EVALUATION IN HYDRAULIC TURBINES, STORAGE PUMPS AND PUMP-TURBINES

SECTION ONE – GENERAL

1. Introduction

Guarantees applying to cavitation pitting in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines are quite different from other guarantees stated in a contract representing inherent characteristics of the machine, such as efficiency. The amount of cavitation pitting depends essentially on four factors:

- a) The type and design of the machine.
- b) The material and surface condition of the parts subjected to cavitation.
- c) The setting of the machine in the plant, i.e. the σ value of the plant.
- d) The duration of operation and operating conditions.

Items a) and b) describe the machine and Items c) and d) depend on the design of the plant and on its operation. Therefore the guarantee for cavitation pitting can be established only by mutual agreement between the customer and the supplier during the planning of the plant or during the contract negotiations.

Negotiating such a guarantee may be done in two ways:

- either the setting of the machine (and therefore the σ value of the plant) is given, and the amount of the cavitation pitting shall be agreed upon with due regard to turbine/pump size, speed, material, surface conditions, operation, etc., (see Figures 1a and 1b, page 9).
- or the amount of the cavitation pitting is limited and the setting of the machine shall be agreed upon (see Figures 1a and 1c, page 9).

In some cases a machine can be operated normally without any cavitation (e.g. Pelton turbines in installations with small head variations, horizontal shaft turbines of storage pump installations, etc.), or may be required to operate without any cavitation, but generally it is more economical to accept a slight amount of cavitation pitting, which means using a higher setting than would be required for operation of the machines without cavitation pitting.

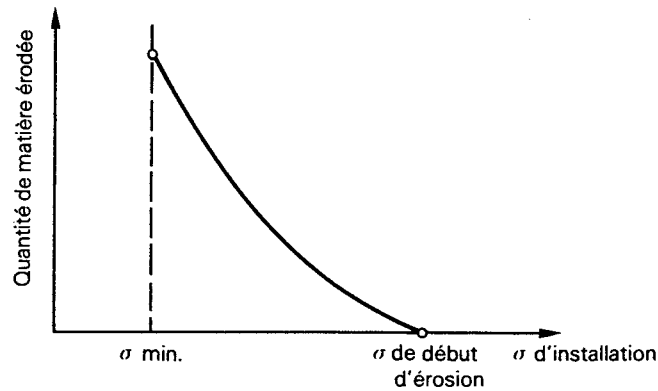


FIGURE 1a



FIGURE 1b

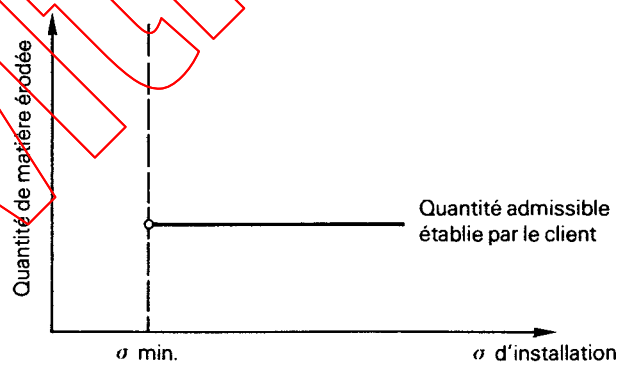


FIGURE 1c

Où: σ min. est la limite de σ due aux effets autres que l'érosion de cavitation, tels que des vibrations inacceptables.

FIG. 1. — Quantité de matière érodée en fonction du σ d'installation pour une machine donnée à débit constant.

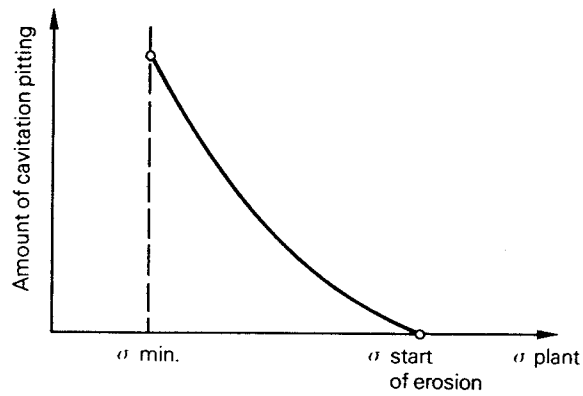


FIGURE 1a

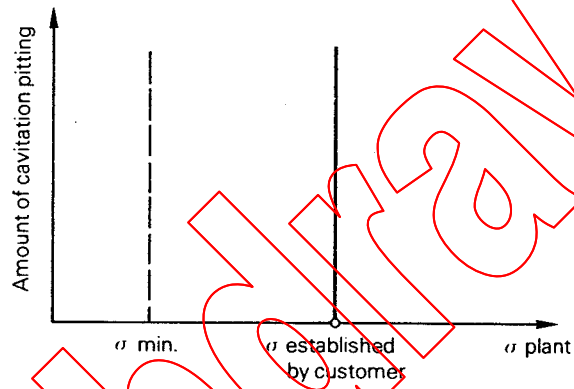


FIGURE 1b

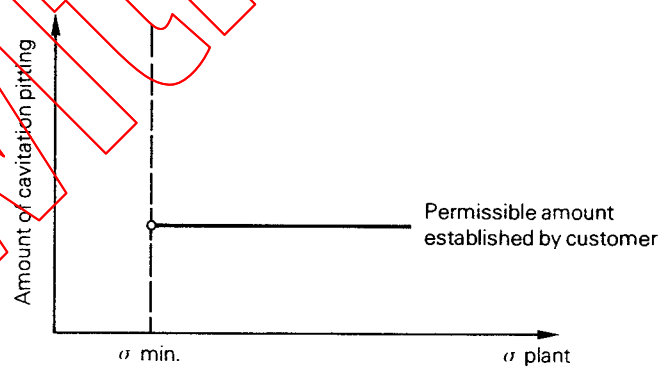


FIGURE 1c

Where: σ min. is the limitation of σ due to effects other than cavitation pitting such as unacceptable vibrations.

FIG. 1. – Amount of cavitation pitting as a function of σ plant for a given machine at constant discharge.