

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
193**

Première édition
First edition
1965

**Code international concernant
les essais de réception sur modèle
des turbines hydrauliques**

**International code for model acceptance tests
of hydraulic turbines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 193: 1965

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications 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.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

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 in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
193**

Première édition
First edition
1965

**Code international concernant
les essais de réception sur modèle
des turbines hydrauliques**

**International code for model acceptance tests
of hydraulic turbines**

© CEI 1965 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

X

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	8
PRÉFACE	8
PREMIÈRE PARTIE — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	
INTRODUCTION	10
CHAPITRE I — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	
1. Types de turbines	12
2. Sujets exclus	12
CHAPITRE II — TERMINOLOGIE, DÉFINITIONS, SYMBOLES ET UNITÉS	
1. Systèmes de mesure	14
2. Terminologie	14
2.1 Débit	14
2.2 Section	14
2.3 Vitesse moyenne	14
2.4 Pression	14
2.5 Poids spécifique de l'eau	16
2.6 Hauteur de chute et charge	16
2.7 Puissance absorbée et fournie	24
2.8 Rendement	24
2.9 Vitesse	24
2.10 Cavitation	24
3. Clarifications	26
Tableau I: Variation de γ de l'eau	26
Tableau II: Variation de l'accélération g	28
CHAPITRE III — NATURE ET ÉTENDUE DES GARANTIES TECHNIQUES	
1. Généralités	30
2. Garanties principales	30
2.1 Puissance maximale	30
2.2 Rendement	30
3. Cane des turbines Kaplan	32
4. Autres garanties	32
4.1 Vitesse d'emballlement	32
4.2 Cavitation	32
CHAPITRE IV — CONDITIONS A REMPLIR POUR LES ESSAIS	
1. Installations d'essais	34
1.1 Caractéristiques de l'eau	34
1.2 Conditions d'alimentation	34
1.3 Fluctuation pendant chacun des essais	34
1.4 Mesure du débit	34
1.5 Pertes d'eau	34
1.6 Chutes	34
1.7 Couple	36
1.8 Vitesse	36
2. Similitude du modèle	36
2.1 Echelle du modèle et dimensions minimales	36
2.2 Similitude	38
2.3 Vérification de la similitude géométrique entre le modèle et le prototype	38
2.4 Ecart tolérables de similitude géométrique du prototype par rapport au modèle	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9
 PART 1 — GENERAL RECOMMENDATIONS 	
INTRODUCTION	11
CHAPTER I — OBJECT AND SCOPE	
1. Types of turbines	13
2. Excluded topics	13
CHAPTER II — TERMS, DEFINITIONS, SYMBOLS AND UNITS	
1. Measuring systems	15
2. List of terms	15
2.1 Rate of flow or discharge	15
2.2 Area	15
2.3 Mean velocity	15
2.4 Pressure	15
2.5 Specific weight of water	17
2.6 Head	17
2.7 Input and output	25
2.8 Efficiency	25
2.9 Speed	25
2.10 Cavitation	25
3. Clarifications	27
Table I: Variation of γ of water	27
Table II: Variation of the acceleration g	29
CHAPTER III — NATURE AND EXTENT OF TECHNICAL GUARANTEES	
1. General	31
2. Main guarantees	31
2.1 Maximum output	31
2.2 Efficiency	31
3. Cam relationship of Kaplan turbines	33
4. Other guarantees	33
4.1 Runaway speed	33
4.2 Cavitation	33
CHAPTER IV — TEST CONDITIONS TO BE FULFILLED	
1. Test plant	35
1.1 Condition of water	35
1.2 Flow conditions	35
1.3 Fluctuations during individual test runs	35
1.4 Measurement of the water discharge	35
1.5 Water losses	35
1.6 Heads	35
1.7 Torque	37
1.8 Speed	37
2. Model similitude	37
2.1 Model scale and minimum size	37
2.2 Similarity	39
2.3 Checking the geometric similarity of model and prototype	39
2.4 Permissible deviations in geometric similarity between prototype and model	41

CHAPITRE V — MODALITÉS D'EXÉCUTION DES ESSAIS

1. Choix du laboratoire	44
2. Période des essais	44
3. Personnel	44
4. Programme d'essais	44
4.1 Type d'essais	44
4.2 Etendue des essais	44
4.3 Instruments de mesure	44
5. Inspection	44
6. Etalonnage	46
7. Essais préliminaires	46
8. Comptes rendus	46
9. Répétition des essais	46
10. Coût de la répétition d'un essai	46

CHAPITRE VI — CALCUL DES RÉSULTATS

1. Calcul des caractéristiques du modèle	48
1.1 Généralités	48
1.2 Comparaison au rendement garanti sur modèle	48
1.3 Comparaison au rendement modèle transposé	48
1.4 Comparaison à la puissance garantie sur modèle	50
1.5 Comparaison à la puissance du prototype	50
2. Incertitudes de mesure	50
2.1 Généralités	50
2.2 Erreurs accidentelles et systématiques	50
2.3 Mesures	50
3. Erreurs de mesures partielles	50
3.1 Débit	52
3.2 Surface libre	52
3.3 Pression	52
3.4 Puissance	52
3.5 Mesures du temps	52
3.6 Hauteur de chute	52
4. Rendement de la turbine	54
5. Erreur accidentelle dans les mesures	54
6. Application des formules d'effet d'échelle	54
7. Vitesse d'emballement	54

CHAPITRE VII — RAPPORT FINAL

1. Préparation du rapport	56
2. Teneur du rapport final	56

DEUXIÈME PARTIE — MÉTHODES DE MESURE

CHAPITRE VIII — MÉTHODES DE MESURE DU DÉBIT

1. Mesure des débits par jaugeage volumétrique	58
1.1 Installation	60
1.2 Dispositif de vidange	60
1.3 Mesure des cotes du plan d'eau	60
1.4 Dispositif d'injection d'eau	60
1.5 Mode opératoire	60
1.6 Corrections	62
1.7 Emploi de deux réservoirs jaugés	62
2. Mesure du débit par pesée	62
2.1 Réservoir d'entonnement	64
2.2 Balance	64
2.3 Injection d'eau et mesure du temps	64
2.4 Mode opératoire	64
2.5 Précautions	64

CHAPTER V — TEST PROCEDURE

1. Choice of laboratory	45
2. Time for tests	45
3. Personnel	45
4. Test programme	45
4.1 Type of test	45
4.2 Extent of test	45
4.3 Measuring instruments	45
5. Inspection	45
6. Calibration	47
7. Preliminary test	47
8. Records	47
9. Repetition of tests	47
10. Cost of repeated test	47

CHAPTER VI — COMPUTATION OF RESULTS

1. Calculation of model performance	49
1.1 General	49
1.2 Comparison to guaranteed model efficiency	49
1.3 Comparison to scaled-up model efficiency	49
1.4 Comparison to guaranteed model output	51
1.5 Comparison to prototype output	51
2. Inaccuracies in measurement	51
2.1 General	51
2.2 Random and systematic errors	51
2.3 Measurements	51
3. Individual errors in measurement	51
3.1 Rate of water flow	53
3.2 Free level	53
3.3 Pressure	53
3.4 Output	53
3.5 Time	53
3.6 Head	53
4. Turbine efficiency	55
5. Random errors in measurement	55
6. Application of scale formula	55
7. Runaway speed	55

CHAPTER VII — FINAL REPORT

1. Preparation of report	57
2. Content	57

PART 2 — METHODS OF MEASUREMENT

CHAPTER VIII — METHODS OF DISCHARGE MEASUREMENT

1. Discharge measurements by volumetric measurement	59
1.1 Installation	61
1.2 Drain valve	61
1.3 Measurement of height of water	61
1.4 Method of inflow	61
1.5 Method of operation	61
1.6 Corrections	63
1.7 Use of two calibrated reservoirs	63
2. Gravimetric method	63
2.1 Collecting tank	65
2.2 Weighing device	65
2.3 Switching and timing	65
2.4 Method of operation	65
2.5 Precautions	65

	Pages
3. Ecran mobile d'Andersson	66
3.1 Principe de la méthode	66
3.2 Installations	66
3.3 Mesure de la vitesse de translation de l'écran	66
3.4 Détermination de la section du canal	68
3.5 Contrôles en cours d'essai	68
4. Déversoirs	68
5. Appareils déprimogènes	68
6. Autres méthodes	68

CHAPITRE IX — MÉTHODES DE MESURE DES HAUTEURS

1. Conditions générales	70
2. Plan d'eau libre	70
3. Appareils pour la mesure des plans d'eau libre	72
3.1 Pointes droites ou recourbées	72
3.2 Limnigraphes	72
3.3 Manomètres à liquides	72
4. Mesure de pression statique	72
4.1 Choix des sections de mesure	74
4.2 Nombre et emplacement des prises de pression	74
4.3 Prises de pressions statiques	76
4.4 Canalisations de raccordement	76
5. Instruments de mesure de la pression	78
5.1 Manomètres à colonne de liquide	78
5.2 Manomètre à poids	82
5.3 Balance de pression	84
5.4 Manomètres à membrane métallique	84
6. Dispositif d'amortissement	86
7. Contrôle des manomètres	86
8. Mesure du vide	86
8.1 Généralités	86
8.2 Canalisation à vide	86

CHAPITRE X — MÉTHODES DE MESURE DE LA PUISSANCE

1. Généralités	88
2. Mesure du couple	88
2.1 Frein mécanique	88
2.2 Frein hydraulique	90
2.3 Frein électrique ou électromagnétique	92
2.4 Dynamomètre de torsion	94
3. Précautions pour éviter les erreurs de mesure du couple	94
3.1 Canalisations du fluide de refroidissement	94
3.2 Paliers supports	94
3.3 Connexions électriques	94
3.4 Tarage	96
4. Mesure de la vitesse	96
5. Pertes	96

	Page
3. Andersson's movable screen	67
3.1 Basic principle	67
3.2 Installations	67
3.3 Measurement of the travel velocity of the screen	67
3.4 Determination of the canal cross-section	69
3.5 Control during the run	69
4. Weirs	69
5. Differential meters	69
6. Other methods	69

CHAPTER IX — METHODS OF HEAD MEASUREMENT

1. General conditions	71
2. Free water level	71
3. Measuring apparatus for free water level	73
3.1 Point and hook gauges	73
3.2 Float gauges	73
3.3 Liquid manometer	73
4. Static pressure measurement	73
4.1 Choice of measuring sections	75
4.2 Number and location of pressure holes	75
4.3 Static pressure holes	77
4.4 Pressure pipe connections	77
5. Pressure measuring instruments	79
5.1 Liquid-column manometers	79
5.2 Weight manometer	83
5.3 Pressure weighbeams	85
5.4 Spring-pressure gauges	85
6. Damping devices	87
7. Checking of manometers	87
8. Vacuum measurements	87
8.1 General	87
8.2 Vacuum pipe connections	87

CHAPTER X — METHODS OF POWER OUTPUT MEASUREMENT

1. General	89
2. Torque measurement	89
2.1 Mechanical brake	89
2.2 Water brake	91
2.3 Electrical or electro-magnetic brake	93
2.4 Torsion dynamometer	95
3. The avoidance of torque errors	95
3.1 Cooling fluid connections	95
3.2 Support bearings	95
3.3 Electrical leads	95
3.4 Calibration	97
4. Measurements	97
5. Losses	97

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CODE INTERNATIONAL
CONCERNANT LES ESSAIS DE RÉCEPTION SUR MODÈLE
DES TURBINES HYDRAULIQUES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N°4 de la C E I : Turbines hydrauliques.

A la suite de la réunion tenue à Zurich en 1957, une décision fut prise concernant la structure du Code et les différents chapitres qu'il devait contenir. Plusieurs groupes de travail furent alors constitués en vue d'établir les projets des différents chapitres.

A la suite de la réunion tenue à Madrid en 1959, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1962.

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

Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
France	Suisse
Inde	Tchécoslovaquie

Comme c'est le cas pour tous les codes, il apparaîtra certainement souhaitable d'en entreprendre la révision et, après quelques années, il conviendra probablement de publier une édition révisée du Code d'essais sur modèle des turbines hydrauliques sur la base de l'expérience acquise par l'utilisation de ce Code.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTERNATIONAL CODE
FOR MODEL ACCEPTANCE TESTS
OF HYDRAULIC TURBINES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by I E C Technical Committee No. 4, Hydraulic Turbines.

The outline of the Code and the various chapters were decided upon at the meeting held in Zurich in 1957, when a number of Working Groups were set up to prepare the drafts of the different chapters.

Following the meeting held in Madrid in 1959, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1962.

The following countries voted explicitly in favour of publication :

Austria	Japan
Australia	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Romania
Czechoslovakia	Sweden
France	Switzerland
Germany	United Kingdom
India	United States of America

As with all Codes, revisions will be found desirable and, after the Model Test Code for Hydraulic Turbines has been in use for several years, it will undoubtedly be desirable to issue a revised edition based on the experience gained in its use.

CODE INTERNATIONAL CONCERNANT LES ESSAIS DE RÉCEPTION SUR MODÈLE DES TURBINES HYDRAULIQUES

Première partie — Recommandations générales

INTRODUCTION

A la place, ou en complément d'essais sur place, des essais sur modèle peuvent être utilisés comme base pour les essais de réception de turbines hydrauliques. Il peut arriver que les conditions d'essais sur place ne puissent être obtenues facilement ou de façon complète relativement aux hypothèses de garantie ou, plus généralement, que les conditions requises par le code d'essai sur place des turbines hydrauliques, désigné ci-après comme code d'essai C E I, ne puissent être satisfaites. Pour ces raisons ou pour d'autres, il est possible de conclure un accord entre l'acheteur et le fournisseur en vue de remplacer les essais sur place d'une turbine prototype par les essais d'un modèle semblable en vue de déterminer les performances du prototype.

La décision du choix entre essais sur place ou sur modèle pour chacune des quantités garanties doit être prise aussitôt que possible et de préférence une déclaration parfaitement claire doit être comprise dans l'appel d'offres.

Même quand les essais sur place ont été préparés, des essais sur modèle peuvent être définis par un accord supplémentaire dans le cas où les essais sur place deviendraient impossibles ou ne conviendraient pas.

INTERNATIONAL CODE FOR MODEL ACCEPTANCE TESTS OF HYDRAULIC TURBINES

Part 1 — General Recommendations

INTRODUCTION

In place of, or complementing tests in the field, model tests can be used as a basis for the acceptance of hydraulic turbines. It might happen that test conditions at site cannot conveniently or in full extent be obtained, in accordance with guarantee assumptions, or generally that the requirements of the International Field Test Code for Hydraulic Turbines (in the following referred to as F.T.C.) cannot be satisfied. For these or other reasons, it might be agreed between the purchaser and the supplier to substitute for the field test of a prototype turbine a model test of a homologous model to determine the performance of the prototype.

Decisions as to the choice of either field test or model tests for each guaranteed quantity should be taken as early as possible and preferably a clear statement should be included in the inquiry specification.

Even when provisions have been made for field tests, model tests may be defined by supplementary agreement, should field tests become impossible or unsuitable.

Withdrawal

CHAPITRE I — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le but de ce code est d'établir les modalités pour la préparation et l'exécution des essais modèles au laboratoire, aussi bien que de calculer les résultats obtenus, de manière à ce que les performances hydrauliques de la turbine modèle et les performances correspondantes du prototype puissent être connues.

1. Types de turbines

Le présent code est applicable en général à toutes les turbines hydrauliques à action ou à réaction essayées au laboratoire.

2. Sujets exclus

- 2.1 Ce code exclut tous les sujets à caractère purement commercial excepté ceux intimement liés à la bonne conduite des essais de réception.
- 2.2 Ce code ne concerne pas les détails de construction de la turbine ni les propriétés mécaniques de ses différentes parties, pour autant que celles-ci n'affectent pas les performances du modèle réduit.
- 2.3 Les essais sur modèles réduits effectués en vue d'améliorer les performances ne sont pas spécialement étudiés dans ce code. Il est recommandé cependant que l'équipement et les méthodes décrites dans ce code soient appliquées aux essais courants de laboratoire, de manière à les tenir prêts pour les essais de réception.

Withdrawal

CHAPTER I — OBJECT AND SCOPE

The purpose of this code is to establish arrangements for the preparation and execution of laboratory model tests, as well as to evaluate the results obtained so that the hydraulic performance of a model turbine and of the corresponding prototype turbine can be ascertained.

1. Types of turbines

In general the code applies to any type of hydraulic reaction or impulse turbine tested under laboratory conditions.

2. Excluded topics

- 2.1 This code excludes all matters of purely commercial interest except those inextricably bound up with the conduct of the acceptance tests.
- 2.2 This code is not concerned with the structural details of the turbines nor with the mechanical properties of their components, so long as these do not affect model performance.
- 2.3 Model tests for research performance are not specially dealt with in this code. It is recommended, however, that equipment and methods described in the code be applied in the current testing work in the laboratory, to keep it prepared for acceptance tests.

Withdrawal

CHAPITRE II — TERMINOLOGIE, DÉFINITIONS, SYMBOLES ET UNITÉS

1. Systèmes de mesure

Le système métrique d'unités est adopté dans tout ce code mais d'autres systèmes pourront lui être préférés.

Les termes, définitions, symboles et unités adoptés dans ce code sont récapitulés ci-dessous :

2. Terminologie

Termes		Définition	Symbole	Unité
2.1	<i>Débit</i>	Volume d'eau passant en une seconde dans une section spécifiée.	Q	m ³ /s (ft ³ /s)
2.1.1	Débit de la turbine	Volume d'eau absorbé par seconde par la turbine, comprenant les fuites du presse-étoupe et des tuyaux d'équilibrage, mais à l'exclusion de l'eau utilisée pour le fonctionnement du dynamomètre et des machines auxiliaires et pour le refroidissement des paliers.	Q	m ³ /s (ft ³ /s)
2.1.2	Débit garanti	Débit de la turbine correspondant aux valeurs garanties de la hauteur de chute, de la puissance et de la vitesse.	Q_r	m ³ /s (ft ³ /s)
2.1.3	Débit à vide	Débit de la turbine à vide à la vitesse normale et sous la hauteur de chute garantie.	Q_o	m ³ /s (ft ³ /s)
2.2	<i>Section</i> (voir figures 1 à 4)	Aire de la section transversale normale à la direction générale du courant.	A	m ² (ft ²)
2.2.1	Section d'entrée de la turbine	a) Dans les installations à surface libre, aire de la section fixée d'un commun accord à l'aval de la grille d'entrée de la turbine. b) Dans les installations comportant une conduite en charge, aire de la section transversale au point de mesure, fixé d'un commun accord, près de la bêche de la turbine, à l'aval de la vanne de garde.	A_1	m ² (ft ²)
2.2.2	Section de sortie de la turbine	Dans les turbines à réaction : aire de la section de l'aspirateur normale à l'écoulement à la sortie du tuyau d'aspiration et définie d'un commun accord. Dans les installations sans tuyau d'aspiration classique, l'emplacement de la section de sortie doit être défini d'un commun accord. Dans les turbines à action, l'aire de la section de sortie ne peut être définie; elle est supposée infiniment grande.	A_2	m ² (ft ²)
2.3	<i>Vitesse moyenne</i>	Valeur du débit divisée par l'aire de la section : $v = Q/A$	v	m/s (ft/s)
2.4	<i>Pression</i>	Pression en un point quelconque du système exprimée en force par unité de surface.	p	kp/cm ² (lbf/in ²)

CHAPTER II — TERMS, DEFINITIONS, SYMBOLS AND UNITS

1. Measuring systems

The metric system of units is adopted throughout the code but other systems shall be allowed if preferred.

The terms, definitions, symbols and units adopted in this code are listed below :

2. List of terms

Term	Definition	Symbol	Units
2.1 <i>Rate of flow or discharge</i>	Volume of water per second passing a specified section.	Q	m ³ /s (ft ³ /s)
2.1.1 Turbine discharge	Volume of water used by the turbine per second, including leakage water in stuffing boxes and turbine thrust relief pipes but excluding water required for operation of the dynamometer auxiliary machinery and for cooling of bearings.	Q	m ³ /s (ft ³ /s)
2.1.2 Guaranteed discharge	Turbine discharge at guaranteed head, output and speed.	Q_r	m ³ /s (ft ³ /s)
2.1.3 No-load discharge	Turbine discharge at no-load and normal speed and guaranteed head.	Q_o	m ³ (ft ³ /s)
2.2 <i>Area</i> (see Figures 1 to 4)	Cross-sectional area normal to the general direction of flow.	A	m ² (ft ²)
2.2.1 Area at turbine inlet	a) In plants with open flume, the area of the agreed section downstream of turbine inlet screen. b) In plants with closed conduit, the area of section through the agreed measuring point near the turbine casing downstream of inlet valve.	A_1	m ² (ft ²)
2.2.2 Area at turbine outlet	In reaction turbines, the area of draft tube cross-section normal to the flow at the outlet end of the draft tube must be mutually agreed. In plants not having a typical draft tube, the location of the outlet section must be mutually agreed upon. In impulse turbines, the area of cross-section at outlet cannot be defined and is assumed infinitely large.	A_2	m ² (ft ²)
2.3 <i>Mean velocity</i>	Rate of flow divided by area of cross-section: $v = Q/A$	v	m/s (ft/s)
2.4 <i>Pressure</i>	The pressure at any point in the system expressed as force per unit area.	p	kp/cm ² (lbf/in ²)

Termes		Définition	Symbole	Unité
2.4.1	Pression manométrique	Indication donnée par un appareil de mesure de pression en un point quelconque du système.	p_g	kp/cm ² (lbf/in ²)
2.4.2	Pression à l'entrée de la turbine	Pression manométrique au point de mesure à l'entrée corrigée de la différence d'altitude entre l'appareil de mesure et ce point.	p_1	kp/cm ² (lbf/in ²)
2.4.3	Pression à la sortie de la turbine	Pression manométrique au point de mesure à la sortie corrigée de la différence d'altitude entre l'appareil de mesure et ce point.	p_2	kp/cm ² (lbf/in ²)
2.5	Poids spécifique de l'eau ¹⁾	Poids apparent dans l'air de l'unité de volume d'eau absorbée par la turbine.	γ	kp/dm ³ (lbf/ft ³)
2.6	<i>Hauteur de chute et charge</i>			
2.6.1	Hauteur manométrique (ou charge de pression)	Hauteur d'eau équivalente à la pression en un point de l'installation.	h_p	m (ft)
2.6.2	Hauteur dynamique (ou charge due à la vitesse)	Hauteur équivalente au carré de la vitesse moyenne divisé par 2 fois l'accélération de la pesanteur : $h_v = \frac{v^2}{2g}$ ²⁾	h_v	m (ft)
2.6.3	Hauteur potentielle (ou charge de position)	Altitude d'un point de mesure au-dessus du niveau de la mer ou d'un autre niveau de référence.	z	m (ft)
2.6.4	Hauteur totale (ou charge énergétique totale)	Somme de la hauteur potentielle, de la hauteur manométrique et de la hauteur dynamique; $h_t = z + h_p + h_v$	h_t	m (ft)
2.6.5	Hauteur de chute nette	Hauteur utilisable pour faire travailler la turbine; elle est égale à la différence des hauteurs totales entre l'entrée et la sortie. (Voir exemples des figures 1 à 4.)	H_n	m (ft)

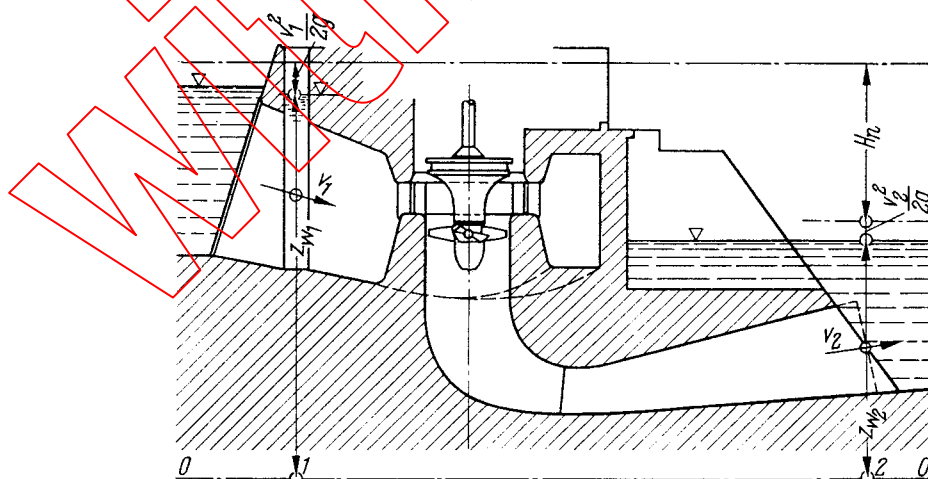


FIG. 1. — Turbine à réaction (Francis, Hélice, Kaplan). Bâche d'entrée à section rectangulaire, en béton, aspirateur coudé.

$$H_n = (z_{w1} - z_{w2}) + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2g}$$

¹⁾ Voir tableau I à la fin du chapitre II: Valeurs de γ .

²⁾ Voir tableau II à la fin du chapitre II: Valeurs de g .

Term		Definition	Symbol	Units
2.4.1	Gauge pressure	The reading given by a gauge of the pressure at any point in the system.	p_g	kp/cm ² (lbf/in ²)
2.4.2	Pressure at inlet to turbine	The gauge pressure at the inlet measuring point corrected for the elevation of gauge.	p_1	kp/cm ² (lbf/in ²)
2.4.3	Pressure at outlet from turbine	The gauge pressure at the outlet measuring point corrected for elevation of gauge.	p_2	kp/cm ² (lbf/in ²)
2.5	Specific weight of water ¹⁾	The weight in air of unit volume of water used by turbine.	γ	kp/dm ³ (lbf/ft ³)
2.6	Head			
2.6.1	Pressure head	The head of water equivalent to the pressure at any point in the system.	h_p	m (ft)
2.6.2	Velocity head	The head equivalent to the square of the mean velocity divided by twice the acceleration of gravity: $h_v = \frac{v^2}{2g}$ ²⁾	h_v	m (ft)
2.6.3	Potential head (Geodetic head)	Elevation of a measuring point above mean sea level or other reference datum.	z	m (ft)
2.6.4	Total head	The sum of potential head, pressure head and velocity head, in a given section: $h_t = z + h_p + h_v$	h_t	m (ft)
2.6.5	Net head	The head available for doing work on the turbine; it is the difference between total head at inlet and outlet. (See illustrative examples shown in Figures 1 to 4.)	H_n	m (ft)

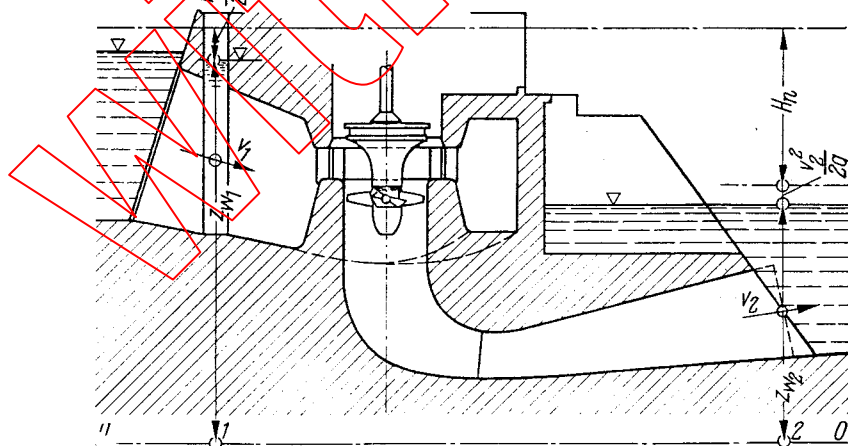


FIG. 1. — Reaction turbine (Francis, Propeller, Kaplan). Rectangular spiral casing in concrete; draft tube bend.

$$H_n = (z_{w1} - z_{w2}) + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2g}$$

¹⁾ See tabulated values of γ at end of this chapter, Table I.

²⁾ See tabulated values of g at end of this chapter, Table II.

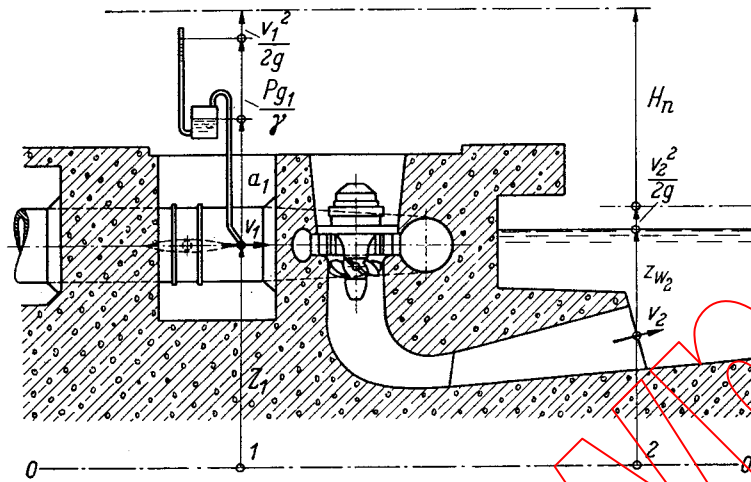


FIG. 2. — Turbine à réaction. Bâche spirale à section circulaire.

$$H_n = (z_1 + a_1 - z_{w2}) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2g}$$

(métrique)

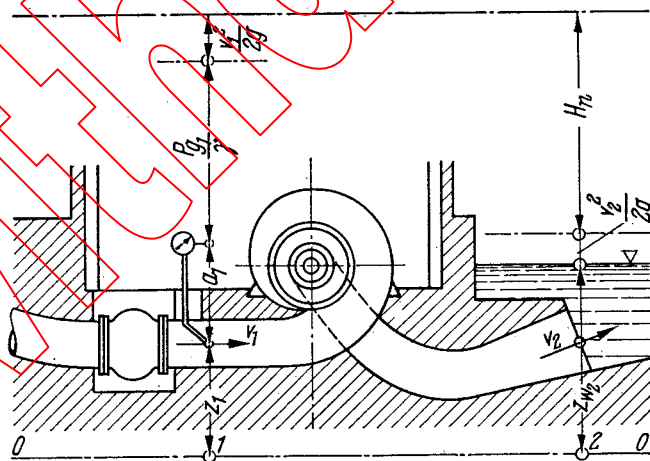


FIG. 3. — Turbine à réaction, axe horizontal.

$$H_n = (z_1 + a_1 - z_{w2}) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2g}$$

(métrique)

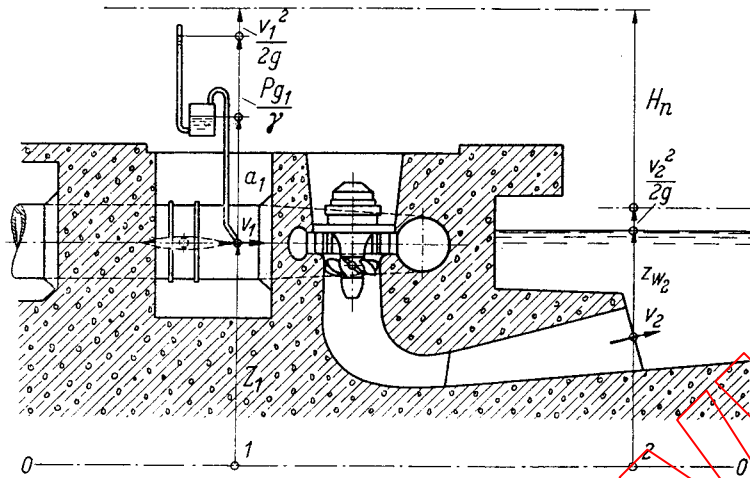


FIG. 2. — Reaction turbine. Spiral casing with circular section.

$$H_n = (z_1 + a_1 - z_{w2}) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2g} \quad (\text{metric})$$

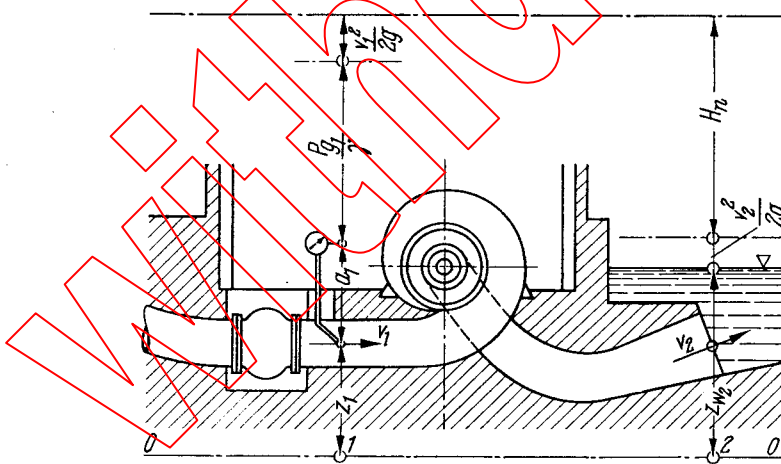


FIG. 3. — Reaction turbine. Horizontal shaft.

$$H_n = (z_1 + a_1 - z_{w2}) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2g} \quad (\text{metric})$$

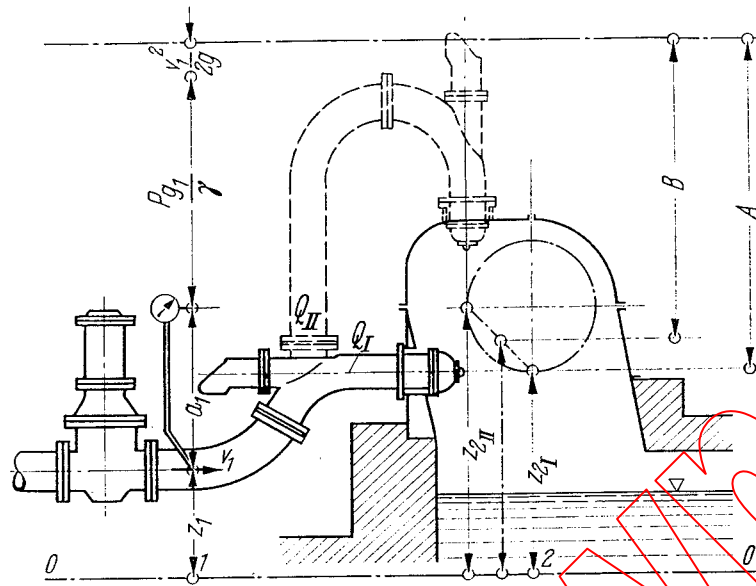


FIG. 4. — Turbine Pelton.

A: à un injecteur

$$H_n = (z_1 + a_1 - z_2) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

B: à deux injecteurs

$$H_n = \frac{Q_I}{Q_I + Q_{II}} (z_1 + a_1 - z_{2I}) + \frac{Q_{II}}{Q_I + Q_{II}} (z_1 + a_1 - z_{2II}) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

(métrique)

	Termes	Définition	Symbole	Unité
2.6.6	Hauteur de chute garantie	Hauteur de chute nette pour laquelle la turbine est commandée.	H_r	m (ft)
2.6.7	Perte de charge	Diminution de la hauteur totale entre deux sections.	H_l	m (ft)
2.6.8	Position de l'instrument de mesure	Différence d'altitude entre le repère d'étalement de l'instrument de mesure et le point de mesure.	a	m (ft)
2.6.9	Hauteur barométrique (charge barométrique)	Hauteur d'une colonne barométrique d'eau correspondant à la pression atmosphérique et à la température de l'eau.	h_b	m (ft)
2.6.10	Tension de vapeur	Hauteur de colonne d'eau correspondant à la tension de vapeur à la température de l'eau du circuit d'essai.	h_{va}	m (ft)
2.6.11	Hauteur géométrique d'aspiration	Altitude de la turbine ou de la roue au-dessus du niveau aval (voir figure 5).	h_s	m (ft)

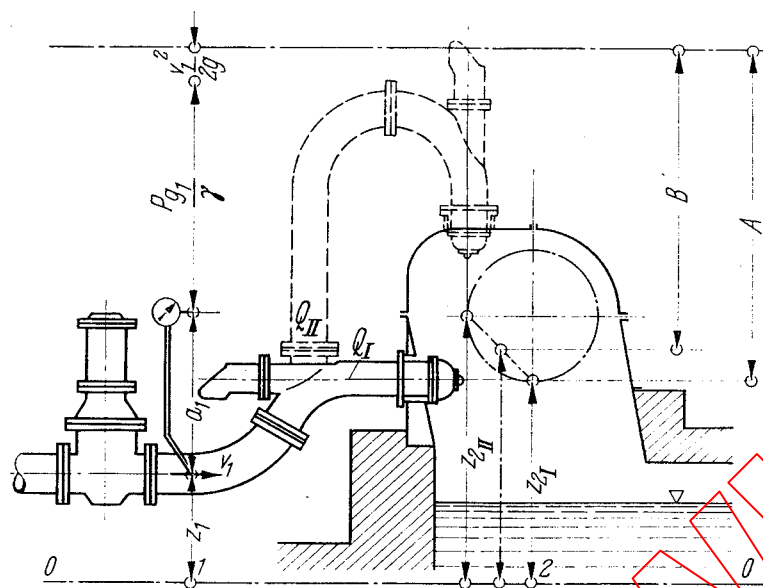


FIG. 4. — Impulse turbine.

A: Single nozzle

$$H_n = (z_1 + a_1 - z_2) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

B: Twin nozzle

$$H_n = \frac{Q_I}{Q_I + Q_{II}} (z_1 + a_1 - z_{2I}) + \frac{Q_{II}}{Q_I + Q_{II}} (z_1 + a_1 - z_{2II}) + 10 \cdot \frac{p_{g1}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

(metric)

	Term	Definition	Symbol	Units
2.6.6	Guaranteed head	The net head for which the turbine is ordered.	H_r	m (ft)
2.6.7	Loss of head	Loss of total head between any two sections.	H_l	m (ft)
2.6.8	Height of measuring instrument	The difference in elevation between the datum for which the measuring instrument is calibrated and the location of the measured point.	a	m (ft)
2.6.9	Barometer height	The height of the water barometer corresponding to the atmospheric pressure at the corresponding temperature.	h_b	m (ft)
2.6.10	Vapour pressure	The height of the column of water corresponding to the vapour pressure at the temperature of the test water.	h_{va}	m (ft)
2.6.11	Geodetic suction head	Height of turbine or runner above tail-water level (see Figure 5).	h_s	m (ft)

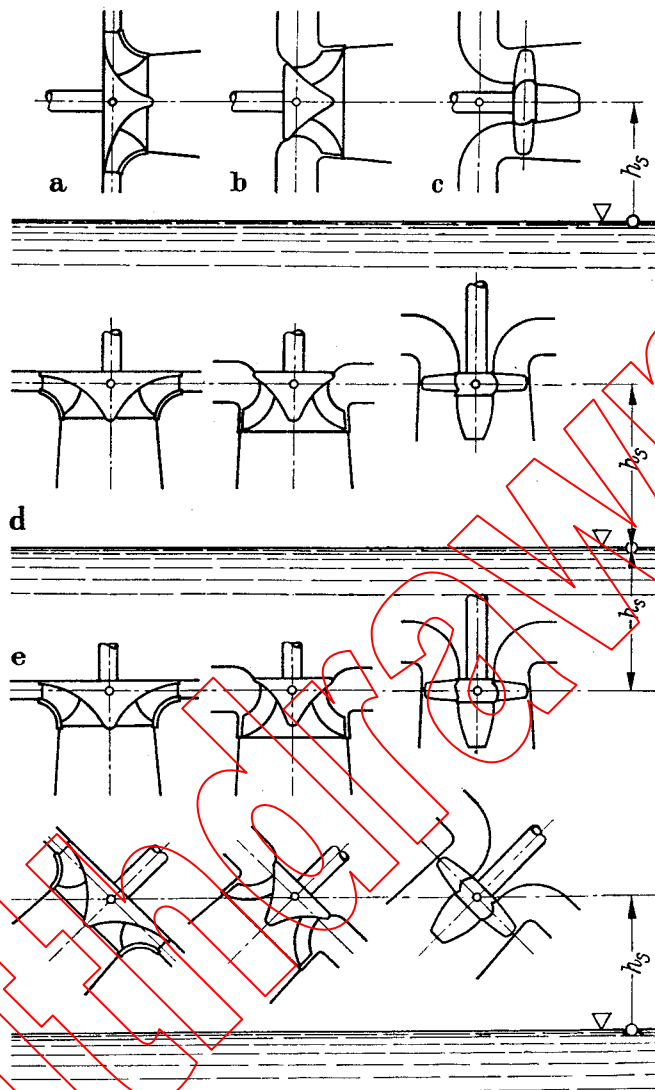


FIG. 5. — Définition de la hauteur géométrique d'aspiration h_s .

- a) Francis, vitesse spécifique basse
- b) Francis, vitesse spécifique élevée
- c) Kaplan, Hélice
- d) hauteur d'aspiration positive
- e) hauteur d'aspiration négative

 Niveau aval

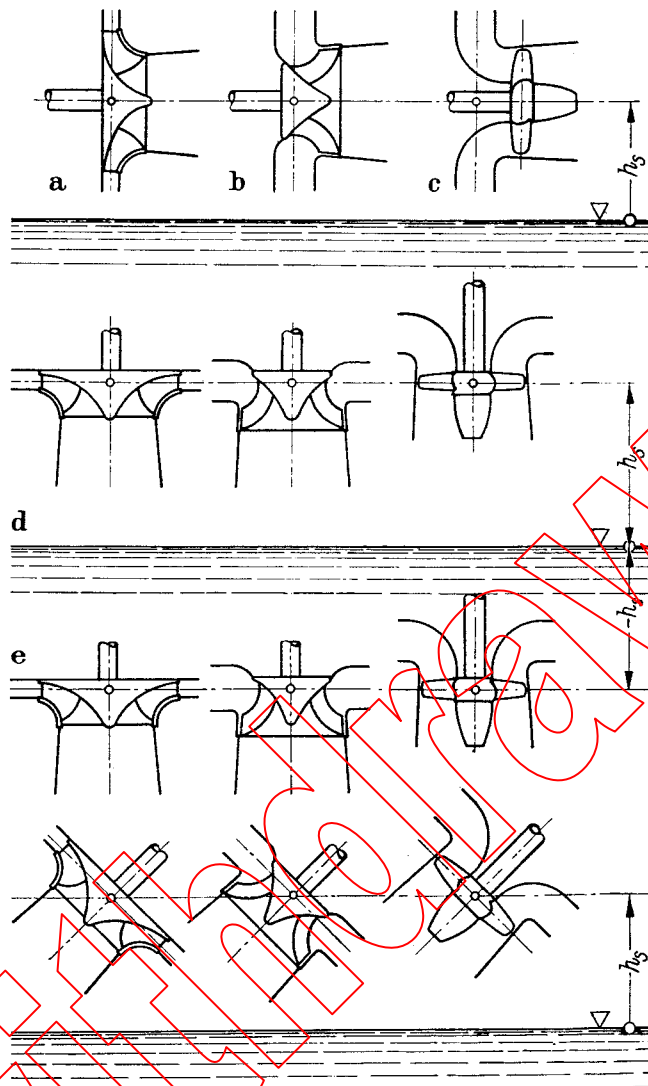


FIG. 5. — Definition of geodetic suction head h_s .

- a) Francis low specific speed
- b) Francis high specific speed
- c) Kaplan, Propeller
- d) positive suction head
- e) negative suction head

 Tailwater level

Termes		Définition	Symbole	Unité
2.7	<i>Puissance absorbée et fournie</i>			
2.7.1	Puissance absorbée par la turbine	Puissance hydraulique équivalente au débit Q de la turbine sous la chute nette H_n : $P_d = k \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_n$ $\left(k = \frac{1\,000}{102}\right)$ (ou $k = \frac{1\,356}{1\,000}$ système pied livre seconde)	P_d	kW
2.7.2	Puissance fournie par la turbine	Puissance mécanique transmise par l'arbre de la turbine.	P_t	kW
2.7.3	Puissance garantie	Puissance pour laquelle la turbine est commandée sous la hauteur de chute garantie H_r et à la vitesse garantie n_r .	P_r	kW
2.8	<i>Rendement</i>			
2.8.1	Rendement de la turbine	Quotient de la puissance fournie par la puissance absorbée par la turbine.	η_t	%
2.8.2	Rendement moyen pondéré de la turbine	Rendement moyen pondéré calculé arithmétiquement à partir des valeurs isolées : $\eta_{t_1}, \eta_{t_2}, \eta_{t_3}, \dots$ correspondant aux puissances ou aux débits garantis, avec les coefficients de pondération respectifs : $w_1, w_2, w_3, \dots$ définis pour ces puissances ou débits au moyen de la relation : $\eta_{t_w} = \frac{w_1 \cdot \eta_{t_1} + w_2 \cdot \eta_{t_2} + w_3 \cdot \eta_{t_3} + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots}$	η_{t_w}	%
2.8.3	Rendement moyen arithmétique	Rendement moyen pondéré défini sous 2.8.2 avec $w_1 = w_2 = w_3 = \dots = 1$	η_{t_a}	%
2.8.4	Rendement moyen planimétré de la turbine	Ordonnée moyenne de la courbe de rendement dans les limites de l'intervalle couvert par la garantie.	$\eta_{t_{pl}}$	%
2.9	<i>Vitesse</i>	Nombre de tours par unité de temps.	n	tr/min
2.9.1	Vitesse garantie	Vitesse pour laquelle la turbine est commandée.	n_r	tr/min
2.9.2	Vitesse d'emballement	Vitesse maximale atteinte quand toute charge est supprimée, c'est-à-dire, à couple nul sur la roue, et lorsque l'alimentation en eau n'est pas réduite, pour la position du distributeur et des pales, dans le cas des turbines Kaplan, qui donne la vitesse d'emballement maximum.	n_R	tr/min
2.10.	<i>Cavitation</i>	Dans les essais sur modèle réduit la cavitation (formation de bulles de vapeur dues à la chute locale de la pression) peut être observée directement au moyen de dispositifs spéciaux.		

Term		Definition	Symbol	Units
2.7	<i>Input and output</i>			
2.7.1	Turbine input	The hydraulic power equivalent of the turbine discharge Q at net head H_n : $P_d = k \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_n$ $\left(k = \frac{1\,000}{102}\right)$ (or $k = \frac{1\,356}{1\,000}$ foot pound system)	P_d	kW
2.7.2	Turbine output	The mechanical power delivered by the turbine shaft.	P_t	kW
2.7.3	Guaranteed output	The turbine output at guaranteed net head H_r and guaranteed speed n_r for which the turbine is ordered.	P_r	kW
2.8	<i>Efficiency</i>			
2.8.1	Turbine efficiency	Ratio of turbine output to turbine input.	η_{it}	%
2.8.2	Turbine weighted average efficiency	The weighted average efficiency computed arithmetically from the single values: $\eta_{i1}, \eta_{i2}, \eta_{i3}, \dots$ at the guaranteed output or discharge values and at their respective weights: $w_1, w_2, w_3, \dots$ agreed for these outputs or discharges by: $\eta_{tw} = \frac{w_1 \cdot \eta_{i1} + w_2 \cdot \eta_{i2} + w_3 \cdot \eta_{i3} + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots}$	η_{tw}	%
2.8.3	Turbine arithmetical average efficiency	Weighted average efficiency as defined in 2.8.2 with $w_1 = w_2 = w_3 = \dots = 1$	η_{ta}	%
2.8.4	Turbine planimetric average efficiency	The mean height of the efficiency curve within the guaranteed range.	η_{tpl}	%
2.9	<i>Speed</i>	Number of revolutions per unit time.	n	rev/min
2.9.1	Guaranteed speed	The speed for which the turbine is ordered.	n_r	rev/min
2.9.2.	Runaway speed	The maximum speed attained when all load is removed, that is at zero torque on the runner, and when the supply of water is unchecked in such a position of guide vanes (and runner blades of Kaplan turbines) which gives maximum runaway speed.	n_R	rev/min
2.10.	<i>Cavitation</i>	In model testing cavitation (the formation of vapour bubbles due to low local pressure) may be directly viewed through suitable observation ports.		

3. Clarifications

Tout terme, définition ou unité de mesure qui ferait l'objet de contestation devra être précisé par écrit d'un commun accord entre les parties contractantes avant les essais.

TABLEAU I

Variation de γ , poids spécifique de l'eau *, avec la latitude, la température et l'altitude au-dessus du niveau moyen de la mer

Latitude	Poids spécifique γ de l'eau en kp/dm ³ Température de l'eau en °C					
	0	4	10	20	30	40
<i>Niveau de la mer</i>						
0	0,996	0,996	0,996	0,994	0,992	0,988
10	0,996	0,996	0,996	0,995	0,992	0,989
20	0,997	0,997	0,996	0,995	0,992	0,989
30	0,997	0,997	0,997	0,996	0,993	0,990
40	0,998	0,998	0,998	0,997	0,994	0,990
45 approx.	0,999	0,999	0,998	0,997	0,994	0,991
50	0,999	0,999	0,999	0,997	0,995	0,991
60	1,000	1,000	1,000	0,998	0,995	0,992
70	1,001	1,001	1,000	0,999	0,996	0,993
<i>A 1 000 m</i>						
0	0,996	0,996	0,996	0,994	0,992	0,988
10	0,996	0,996	0,996	0,994	0,992	0,988
20	0,996	0,997	0,996	0,995	0,992	0,989
30	0,997	0,997	0,997	0,995	0,993	0,989
40	0,998	0,998	0,998	0,996	0,994	0,990
45 approx.	0,998	0,999	0,998	0,997	0,994	0,991
50	0,999	0,999	0,999	0,997	0,995	0,991
60	1,000	1,000	1,000	0,998	0,996	0,992
70	1,000	1,000	1,000	0,999	0,996	0,993
<i>A 2 000 m</i>						
0	0,996	0,996	0,995	0,994	0,991	0,988
10	0,996	0,996	0,996	0,994	0,992	0,988
20	0,996	0,996	0,996	0,995	0,992	0,989
30	0,997	0,997	0,997	0,995	0,993	0,989
40	0,998	0,998	0,998	0,996	0,994	0,990
45 approx.	0,998	0,998	0,998	0,996	0,994	0,991
50	0,999	0,999	0,999	0,997	0,994	0,991
60	1,000	1,000	1,000	0,998	0,995	0,992
70	1,000	1,000	1,000	0,999	0,996	0,993
<i>A 4 000 m</i>						
0	0,995	0,995	0,995	0,993	0,991	0,988
10	0,995	0,995	0,995	0,994	0,991	0,988
20	0,996	0,996	0,996	0,994	0,992	0,988
30	0,996	0,997	0,996	0,995	0,992	0,989
40	0,997	0,997	0,997	0,996	0,993	0,989
45 approx.	0,998	0,998	0,998	0,996	0,994	0,990
50	0,998	0,998	0,998	0,997	0,994	0,990
60	0,999	0,999	0,999	0,997	0,995	0,991
70	1,000	1,000	1,000	0,998	0,996	0,992

* Eau distillée pure, valeurs corrigées pour tenir compte de la poussée de l'air, celle-ci résultant de l'Atmosphère Normale Internationale. Cette correction est valable pour de l'air sec, mais l'humidité ne modifie pas les valeurs ci-dessus de plus de $\pm 0,1\%$.

3. Clarifications

Clarification of any term, definition or unit of measurement in dispute shall be agreed to in writing by the contracting parties in advance of the test.

TABLE I

*Variation of γ , the specific weight of water *, with latitude, temperature and height above mean sea level*

Latitude	Specific weight of water γ in kp/dm^3 Water temperature in $^{\circ}\text{C}$					
	0	4	10	20	30	40
<i>At sea level</i>						
0	0.996	0.996	0.996	0.994	0.992	0.988
10	0.996	0.996	0.996	0.995	0.992	0.989
20	0.997	0.997	0.996	0.995	0.992	0.989
30	0.997	0.997	0.997	0.996	0.993	0.990
40	0.998	0.998	0.998	0.997	0.994	0.990
45 approx.	0.999	0.999	0.998	0.997	0.994	0.991
50	0.999	0.999	0.999	0.997	0.995	0.991
60	1.000	1.000	1.000	0.998	0.995	0.992
70	1.001	1.001	1.000	0.999	0.996	0.993
<i>At 1 000 m</i>						
0	0.996	0.996	0.996	0.994	0.992	0.988
10	0.996	0.996	0.996	0.994	0.992	0.988
20	0.996	0.997	0.996	0.995	0.992	0.989
30	0.997	0.997	0.997	0.995	0.993	0.989
40	0.998	0.998	0.998	0.996	0.994	0.990
45 approx.	0.998	0.999	0.998	0.997	0.994	0.991
50	0.999	0.999	0.999	0.997	0.995	0.991
60	1.000	1.000	1.000	0.998	0.996	0.992
70	1.000	1.000	1.000	0.999	0.996	0.993
<i>At 2 000 m</i>						
0	0.996	0.996	0.995	0.994	0.991	0.988
10	0.996	0.996	0.996	0.994	0.992	0.988
20	0.996	0.996	0.996	0.995	0.992	0.989
30	0.997	0.997	0.997	0.995	0.993	0.989
40	0.998	0.998	0.998	0.996	0.994	0.990
45 approx.	0.998	0.998	0.998	0.996	0.994	0.991
50	0.999	0.999	0.999	0.997	0.994	0.991
60	1.000	1.000	1.000	0.998	0.995	0.992
70	1.000	1.000	1.000	0.999	0.996	0.993
<i>At 4 000 m</i>						
0	0.995	0.995	0.995	0.993	0.991	0.988
10	0.995	0.995	0.995	0.994	0.991	0.988
20	0.996	0.996	0.996	0.994	0.992	0.988
30	0.996	0.997	0.996	0.995	0.992	0.989
40	0.997	0.997	0.997	0.996	0.993	0.989
45 approx.	0.998	0.998	0.998	0.996	0.994	0.990
50	0.998	0.998	0.998	0.997	0.994	0.990
60	0.999	0.999	0.999	0.997	0.995	0.991
70	1.000	1.000	1.000	0.998	0.996	0.992

* Pure distilled water values corrected for buoyancy of air corresponding to International Standard Atmosphere (I.C.A.N.). This is for dry air, but corrections for humidity are not likely to alter the above values by more than $\pm 0.1\%$.

TABLEAU II

Variation de l'accélération de la pesanteur « g » avec la latitude terrestre et l'altitude au-dessus du niveau moyen de la mer

Latitude	Altitude en mètres au-dessus du niveau moyen de la mer			
	0	1 000	2 000	4 000
Degrés	m/s ²	m/s ²	m/s ²	m/s ²
0°	9,780 36	9,777 27	9,774 18	9,768 01
10°	9,781 91	9,778 82	9,775 74	9,769 57
20°	9,786 38	9,783 30	9,780 21	9,774 04
30°	9,793 24	9,790 16	9,787 07	9,780 90
40°	9,801 67	9,798 50	9,795 50	9,789 33
50°	9,810 65	9,807 57	9,804 48	9,798 31
60°	9,819 11	9,816 02	9,812 93	9,806 76
70°	9,826 01	9,822 92	9,819 83	9,813 66

La valeur internationale de « g » adoptée par la Commission Internationale des Poids et Mesures est 9,806 65 m/s², correspondant approximativement à la latitude de 45° et au niveau de la mer.

TABLE II

Variation of the acceleration due to gravity “g” with Earth’s latitude and height above mean sea level

Latitude	Height in metres above mean sea level			
	0	1 000	2 000	4 000
Degrees	m/s ²	m/s ²	m/s ²	m/s ²
0°	9.780 36	9.777 27	9.774 18	9.768 01
10°	9.781 91	9.778 82	9.775 74	9.769 57
20°	9.786 38	9.783 30	9.780 21	9.774 04
30°	9.793 24	9.790 16	9.787 07	9.780 90
40°	9.801 67	9.798 50	9.795 50	9.789 33
50°	9.810 65	9.807 57	9.804 48	9.798 31
60°	9.819 11	9.816 02	9.812 93	9.806 76
70°	9.826 01	9.822 92	9.819 83	9.813 66

The international standard value of “g” adopted by the International Commission for Weights and Measures is 9.806 65 m/s² corresponding approximately to latitude 45° and sea level.