

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 41

Deuxième édition — Second edition

1963

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

International code for the field acceptance tests of hydraulic turbines



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 41

Deuxième édition — Second edition

1963

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

International code for the field acceptance tests of hydraulic turbines



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	8
PRÉFACE	8

PREMIÈRE PARTIE — RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

CHAPITRE I — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1. Types de turbines	12
2. Essais de réception	12
3. 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 charges	16
2.7 Puissance absorbée et fournie	24
2.8 Rendement	24
2.9 Vitesse	24
2.10 Variation de vitesse	26
2.11 Variation de pression	26
2.12 Cavitation	28
3. Clarifications	28
4. Plaque signalétique	28
Tableau I: Variation de γ de l'eau	30
Tableau II: Variation de l'accélération g	32

CHAPITRE III — NATURE ET ÉTENDUE DES GARANTIES TECHNIQUES

1. Généralités	34
2. Garanties principales	34
2.1 Puissance	34
2.2 Rendement	34
3. Autres garanties	34
3.1 Variations de vitesse et de pression	34
3.2 Vitesse d'emballement	36
3.3 Erosion par cavitation	36
4. Durée des garanties	36

CHAPITRE IV — CONDITIONS A REMPLIR POUR LES ESSAIS

1. Dispositions à prévoir sur l'installation	38
2. Ecart admissible par rapport aux conditions contractuelles	38
2.1 Exploitation pratique de la centrale	38
2.2 Fluctuations pendant un essai individuel	38
2.3 Ecart par rapport à la chute spécifiée	38
2.4 Niveau aval	40
3. Examen sur place	40

CONTENTS

	Pages
FOREWORD	9
PREFACE	9

PART 1 — GENERAL RECOMMENDATIONS

CHAPTER I — OBJECT AND SCOPE

1. Types of turbines	13
2. Acceptance tests	13
3. 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 Speed variations	27
2.11 Pressure variations	27
2.12 Cavitation	29
3. Clarifications	29
4. Nameplate	29
Table I: Variation of γ of water	31
Table II: Variation of the acceleration g	33

CHAPTER III — NATURE AND EXTENT OF TECHNICAL GUARANTEES

1. General	35
2. Main guarantees	35
2.1 Output	35
2.2 Efficiency	35
3. Other guarantees	35
3.1 Speed and pressure variations	35
3.2 Runaway speed	37
3.3 Cavitation erosion	37
4. Period of guarantee	37

CHAPTER IV — TEST CONDITIONS TO BE FULFILLED

1. Adequate provision for the test when the plant is designed	39
2. Permissible deviation from specified conditions	39
2.1 Practical plant operation	39
2.2 Fluctuations during individual test run	39
2.3 Deviation from specified head	39
2.4 Tailwater level	41
3. Investigation at the site	41

	Pages
CHAPITRE V — MODALITÉS D'EXÉCUTION DES ESSAIS	
1. Personnel	42
1.1 Autorité pour les essais	42
1.2 Chef des essais	42
1.3 Personnel, nombre et compétence	42
1.4 Représentation aux essais	42
2. Préparation des essais	42
2.1 Communication des dessins et documents	42
2.2 Inspection sur place	42
2.3 Mesures préalables	44
2.4 Examen après les essais	44
3. Accord sur le programme d'essais	44
3.1 Accord préalable	44
3.2 Programme général	44
3.2.1 Etendue et durée probable des essais	44
3.2.2 Nombre de groupes à essayer	44
3.2.3 Détails des mesures	44
3.2.4 Turbines Kaplan, avec ou sans came	44
3.2.5 Dispositions concernant les rendements pondérés	46
4. Instruments	46
4.1 Fourniture des appareils	46
4.2 Etalonnage des appareils	46
5. Relevés	46
6. Signature des comptes rendus	48
7. Procédure en cas de contestation ou de répétition	48
CHAPITRE VI — CALCUL DES RÉSULTATS	
1. Conversion aux conditions garanties	50
2. Incertitudes de mesure	50
3. Comparaison avec les garanties	52
4. Erreurs partielles de mesure	58
4.1 Débit	58
4.2 Surface libre	58
4.3 Pression	58
4.4 Puissance	58
4.5 Hauteur de chute	60
4.6 Rendement	60
CHAPITRE VII — RAPPORT FINAL	
1. Préparation du rapport	62
2. Teneur du rapport final	62

DEUXIÈME PARTIE — MÉTHODES DE MESURE

CHAPITRE VIII — MÉTHODES DE MESURE DU DÉBIT	
1. Méthode de l'écran salé	66
2. Méthode pression-temps	78
3. Jaugeage aux moulinets	94
4. Méthode de dilution	120
5. Déversoir	122
6. Méthodes de mesure absolues par pesée et jaugeage volumétrique	126
7. Ecran mobile	128
8. Tubes de Pitot	130
9. Diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi	132

	Page
CHAPTER V — TEST PROCEDURE	
1. Personnel	43
1.1 Authority for test	43
1.2 Chief of test	43
1.3 Personnel, number and competence	43
1.4 Presence at the tests	43
2. Preparations for test	43
2.1 Submission of drawings and relevant data	43
2.2 Inspection on site	43
2.3 Measurements before test	45
2.4 Inspection after test	45
3. Agreement on test procedure	45
3.1 Consent to procedure	45
3.2 General programme	45
3.2.1 Extent and estimated duration of test	45
3.2.2 Units to be tested	45
3.2.3 Details of measurements	45
3.2.4 Kaplan Turbine, with or without cam	45
3.2.5 Procedure for weighted efficiencies	47
4. Instruments	47
4.1 Provision of instruments	47
4.2 Calibration of instruments	47
5. Observations	47
6. Signing of records	49
7. Procedure in case of dispute or repetition	49

CHAPTER VI — COMPUTATION OF RESULTS

1. Reference to guaranteed conditions	51
2. Inaccuracies in measurement	51
3. Comparison with guarantee	53
4. Individual errors in measurement	59
4.1 Rate of water flow	59
4.2 Free level	59
4.3 Pressure	59
4.4 Output	59
4.5 Head	61
4.6 Efficiency	61

CHAPTER VII — FINAL REPORT

1. Preparation of report	63
2. Content	63

PART 2 — METHODS OF MEASUREMENT

CHAPTER VIII — METHODS OF DISCHARGE MEASUREMENT

1. Salt velocity method	67
2. Pressure-time method	79
3. Currentmeter method	95
4. Dilution	121
5. Weir	123
6. Absolute measurement by weight and volumetric gauging methods	127
7. Travelling screen method	129
8. Pitot tubes	131
9. Orifices, nozzles and Venturimeters	133

	Pages
CHAPITRE IX — HAUTEUR DE CHUTE	
1. Remarques générales	134
2. Plans d'eau libres	134
3. Mesures de pression	142
4. Mesures de vide	158
CHAPITRE X — PUISSANCES	
1. Généralités	160
2. Méthodes indirectes de mesure des puissances	160
3. Méthodes directes de mesure des puissances	164
CHAPITRE XI — MESURE ET RÉPARTITION DES PERTES	
1. Généralités	168
2. Pertes mécaniques	168
3. Consommation d'eau par les services auxiliaires	180
4. Détermination du rendement d'un générateur électrique à partir de l'échauffement du fluide de refroidissement	182
5. Méthode thermodynamique de mesure du rendement des turbines	192
CHAPITRE XII — VITESSE	
1. Mesure de la vitesse pour la mesure directe de la puissance	200
2. Mesure de vitesse dans le cas de mesure indirecte de la puissance	200
CHAPITRE XIII — VARIATIONS DE VITESSE LORS D'UNE DÉCHARGE RAPIDE DE LA TURBINE	
1. Remarques générales	202
2. Instruments de mesure	202
CHAPITRE XIV — VARIATIONS DE PRESSION LORS D'UNE DÉCHARGE RAPIDE DE LA TURBINE	
1. Remarques générales	204
2. Instruments de mesure	204

	Page
CHAPTER IX — HEAD	
1. References	135
2. Free water level	135
3. Pressure measurements	143
4. Vacuum measurements	159
CHAPTER X — MEASUREMENT OF POWER OUTPUT	
1. General	161
2. Indirect method of power output measurement	161
3. Direct method of power output measurement	165
CHAPTER XI — MEASUREMENT AND DISTRIBUTION OF LOSSES	
1. General	169
2. Mechanical losses	169
3. Water consumption by auxiliary equipment	181
4. Determination of the efficiency of an electric generator by means of the heating of the cooling fluid	183
5. Thermodynamic method for measuring the efficiency of turbines	193
CHAPTER XII — SPEED	
1. Speed measurements for direct measurement of output	201
2. Speed measurements in case of indirect measurement of the output	201
CHAPTER XIII — SPEED VARIATIONS DURING SUDDEN LOAD REJECTION	
1. General remarks	203
2. Instruments	203
CHAPTER XIV — PRESSURE VARIATIONS DURING SUDDEN LOAD REJECTION	
1. General remarks	205
2. Instruments	205

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CODE INTERNATIONAL
CONCERNANT LES ESSAIS DE RÉCEPTION SUR PLACE
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, Turbines hydrauliques.

Elle fait suite à des publications antérieures de la C.E.I., à savoir à la Publication 29 (1914), Moteurs primaires pour installations électriques, et à la première édition de 1928 de la Publication 41; Fascicule de la C.E.I. relatif aux essais des turbines hydrauliques, dont elle constitue la deuxième édition. Ni l'une ni l'autre de ces deux publications ne décrivaient toutefois des méthodes ni des limitations pour les essais de garantie.

A la reprise des travaux du Comité d'Etudes N° 4 en 1952, la présidence et le secrétariat de ce comité furent confiés au Comité National des Etats-Unis et l'objectif immédiat fut la préparation d'un Code international concernant les essais sur place des turbines hydrauliques. Les principes généraux pour la préparation de ces travaux furent discutés à une réunion tenue à Philadelphie en 1954, après une période d'inactivité de 27 ans. Une décision concernant la structure du code et les différents chapitres qu'il devait contenir fut prise lors de la réunion qui s'est tenue à Munich en 1956 et au cours de laquelle plusieurs Groupes de Travail furent constitués en vue d'établir les projets des différents chapitres. A la suite de la réunion tenue à Zurich en 1957, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1961.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTERNATIONAL CODE
FOR THE FIELD 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.

It follows on the earlier I.E.C. Publications, No. 29 (1914), Prime movers for electrical plant, Nomenclature of hydraulic turbines, and the first edition of Publication No. 41 (1928), I.E.C. Publication on the testing of hydraulic turbines, of which it constitutes the second edition. Neither of these earlier publications, however, described the methods or limitations for guarantee tests.

When the work of Technical Committee No. 4 was recommenced in 1952, with the United States National Committee holding the Secretariat and Chairmanship, the immediate objective was the preparation of an International Field Test Code for Hydraulic Turbines. The general lines along which this work was to be carried out was discussed at the meeting held in Philadelphia in 1954 after a lapse of 27 years. The outline of the code and the various chapters were decided upon at the meeting held in Munich in 1956, when a number of Working Groups were set up to prepare the drafts of the different chapters. Following the meeting held in Zurich in 1957, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1961.

Les pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	

A la suite de modifications apportées au texte en vue de tenir compte des observations soumises pendant la période de vote, la Belgique et la Suède, qui avaient émis un vote négatif au sujet du projet diffusé suivant la Règle des Six Mois, ont fait savoir qu'elles retiraient leur vote négatif et approuvaient la publication telle qu'elle est éditée.

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'essai des turbines hydrauliques sur la base de l'expérience acquise par l'utilisation de ce code.

Withdrawal

The following countries voted explicitly in favour of publication :

Austria	Japan
Australia	Norway
Canada	Romania
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
Finland	Union of Soviet Socialist Republics
France	United Kingdom
Germany	United States of America
Italy	

Following amendments to the text to take into account comments submitted during the voting period, Belgium and Sweden, which had cast a negative vote on the draft as circulated under the Six Months' Rule, signified that they withdrew their negative votes and approved the publication as at present issued.

As with all codes, revisions will be found desirable and, after the field 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.

Withdrawn

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

Première partie — Recommandations générales

CHAPITRE I — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le but de ce code concernant les essais de réception sur place des turbines hydrauliques est de définir les termes et les grandeurs utilisés, de fixer les méthodes d'essais et les conditions de mesure de ces grandeurs, de déterminer les caractéristiques réalisées et de vérifier les garanties.

1. Types de turbines

Le présent code est applicable en général à toutes les turbines à action ou à réaction, quels que soient leur dimension ou leur type. En particulier, il s'applique aux turbines directement accouplées à des générateurs d'énergie électrique.

2. Essais de réception

2.1 Ce code régit les modalités des essais de réception sur place qui doivent permettre de déterminer si les garanties de la turbine sont remplies. Il fixe les règles de conduite de ces essais et prescrit les mesures à prendre en cas de contestation sur la conduite des essais. Il fixe la façon dont les résultats doivent être calculés ainsi que l'étendue, le contenu et le mode de présentation du rapport final.

2.2 Les essais de réception sur modèle feront l'objet d'un code distinct.

3. Sujets exclus

3.1 Ce code exclut tous les sujets à caractère purement commercial excepté ceux intimement liés à la bonne conduite des essais de réception.

3.2 Ce code ne concerne pas les détails de construction de la turbine ni les propriétés mécaniques de ses différentes parties.

INTERNATIONAL CODE FOR THE FIELD ACCEPTANCE TESTS OF HYDRAULIC TURBINES

Part 1 — General Recommendations

CHAPTER I — OBJECT AND SCOPE

The purpose of this code for field acceptance tests of hydraulic turbines is to define the terms and quantities which are used, to establish methods of testing and the way of measuring the quantities involved, so as to ascertain the performance of the turbine and to verify the guarantees.

1. Types of turbines

In general the code applies to any size of any type of reaction or impulse turbine. In particular it applies to turbines directly coupled to electric generators.

2. Acceptance tests

2.1 This code covers the arrangements for acceptance tests at the plant to determine the attainment of turbine guarantees. It determines the rules as to their conduct and prescribes the measures to be taken if the conduct of the tests is disputed. It deals with the way in which the results are to be computed and the range, content and style of the final report.

2.2 Model tests for acceptance purposes are dealt within another code.

3. Excluded topics

3.1 This code excludes all matters of purely commercial interest except those inextricably bound up with the conduct of the acceptance tests.

3.2 This code is not concerned with the structural details of the turbines nor with the mechanical properties of their components.

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 de l'alternateur 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 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 generator, 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 /s (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 draught tube cross-section normal to the flow at the outlet end of the draft tube must be mutually agreed. 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 absorbé par la turbine.	γ	kp/dm ³ (lbf/ft ³)
2.6 Hauteur de chute et charges			
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 : $h_v = \frac{v^2}{2g}$	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, dans une section déterminée : $h_t = z + h_p + h_v$	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)

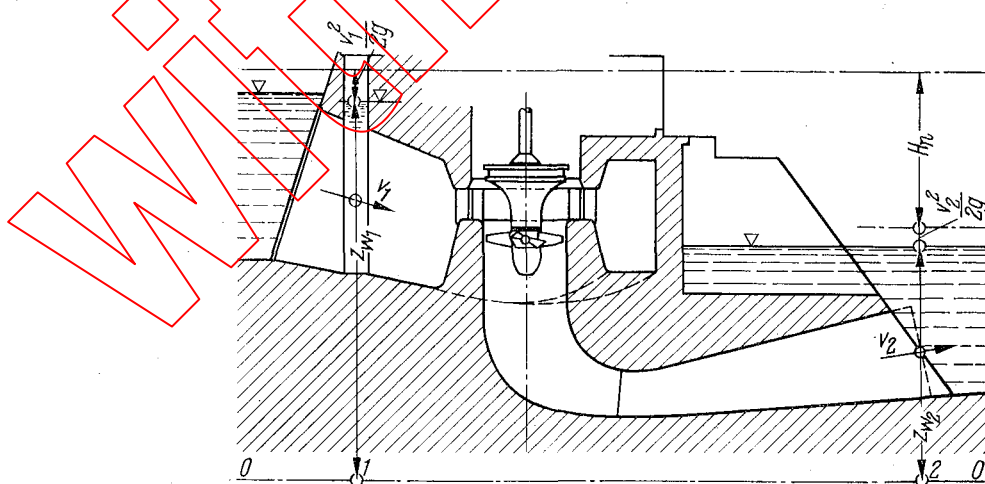


FIG. 1. — Turbine à réaction (Francis, Hélice, Kaplan). Bâche d'entrée à section rectangulaire, en béton, aspirateur coudé.

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

¹⁾ Voir tableau I à la fin du chapitre 2: Valeurs de γ .

²⁾ Voir tableau II à la fin du chapitre 2: 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 <i>Specific weight of water</i> ¹⁾	The weight in air of unit volume of water used by turbine.	γ	kp/dm ³ (lbf/ft ³)
2.6 <i>Head</i>			
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)

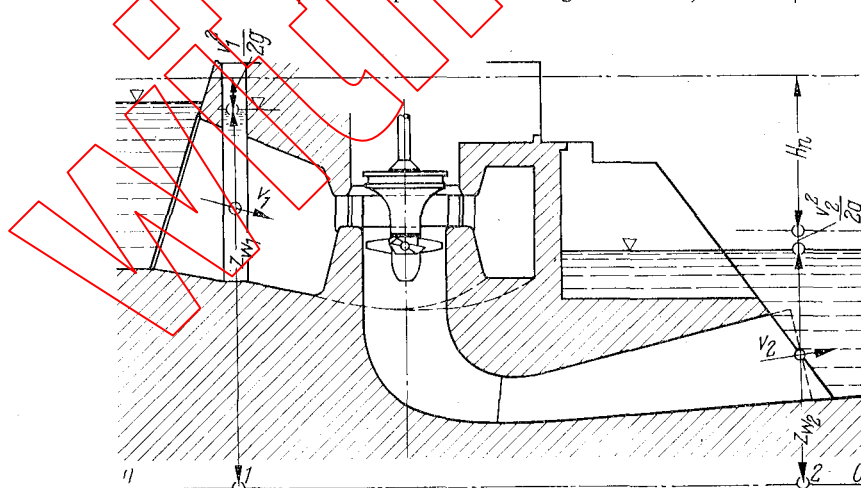


FIG. 1. — Reaction turbine (Francis, Propeller, Kaplan). Rectangular spiral casing in concrete; draught tube bend.

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

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.

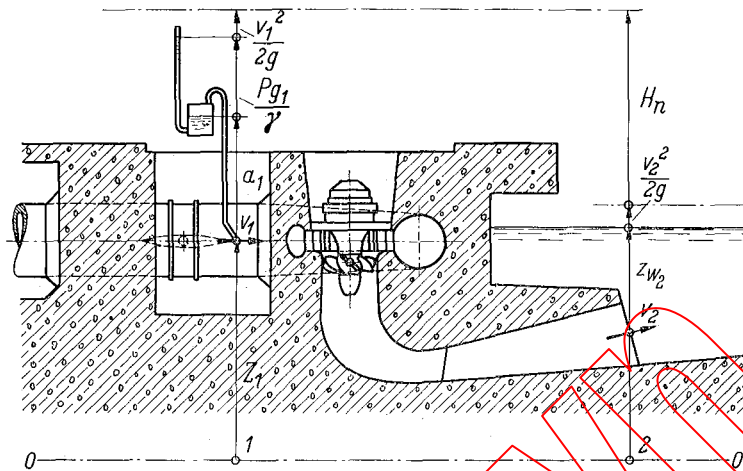


FIG. 2. — Turbine à réaction. Bâche spirale à section circulaire.

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

(métrique)

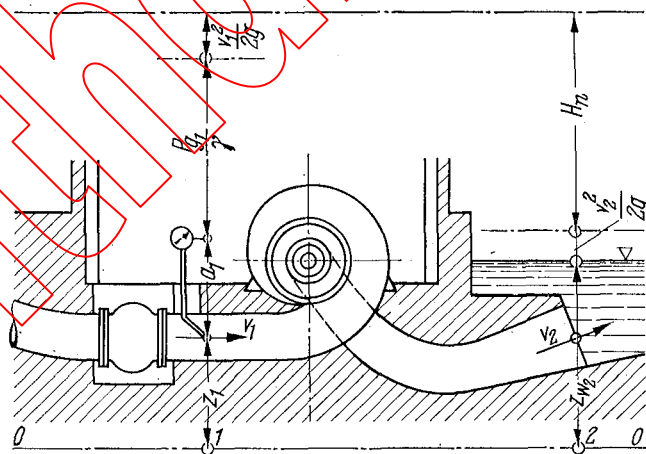


FIG. 3. — Turbine à réaction, axe horizontal.

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

(métrique)

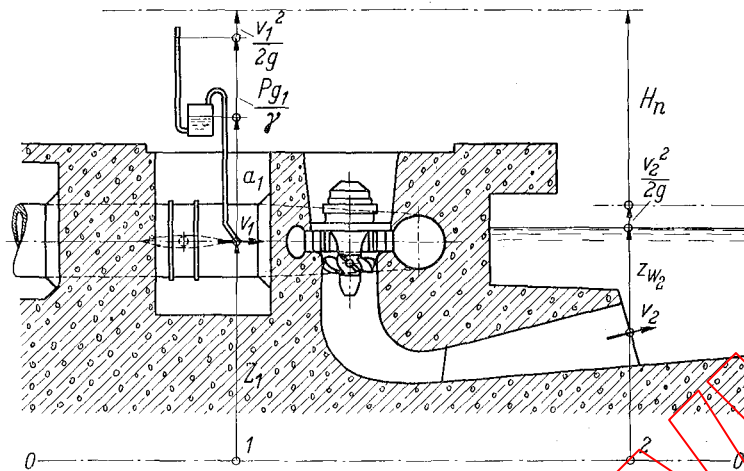


FIG. 2. — Reaction turbine. Spiral casing with circular section.

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

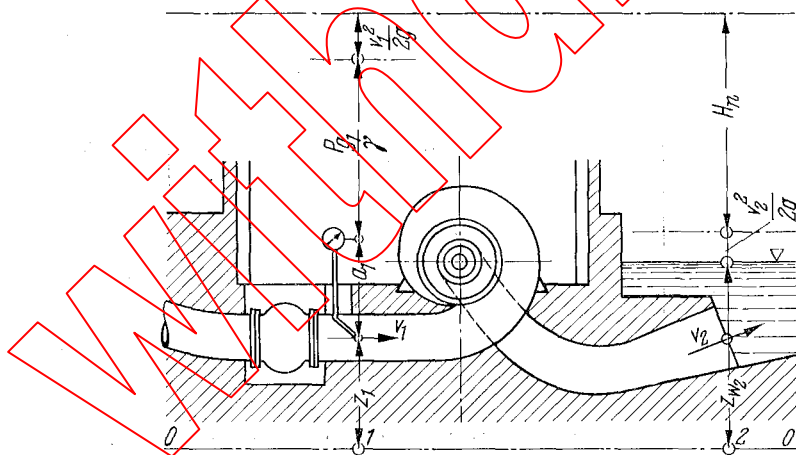


FIG. 3. — Reaction turbine. Horizontal shaft.

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

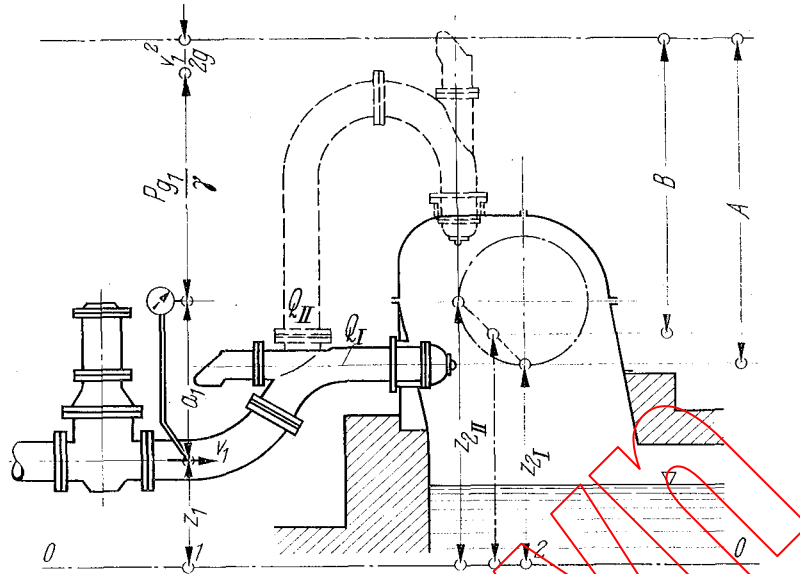


FIG. 4. — Turbine Pelton.

A: à un injecteur

$$H_n = (z_1 + a_1 - z_2) + 10 \cdot \frac{p_{01}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

B: à deux injecteurs

$$H_n = \frac{Q_I}{Q_I + Q_{II}} (z_1 + a_1 - z_2) + \frac{Q_{II}}{Q_I + Q_{II}} (z_1 + a_1 + z_{2II}) + 10 \cdot \frac{p_{01}}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

(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	Hauteur de chute brute	Différence d'altitude entre les niveaux aux limites amont et aval de l'installation lorsque le débit est nul.	H_g	m (ft)
2.6.8	Perte de charge	Diminution de la hauteur totale entre deux sections.	H_l	m (ft)
2.6.9	Position de l'instrument de mesure	Différence d'altitude entre le repère d'établissement de l'instrument de mesure et le point de mesure.	a	m (ft)
2.6.10	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)
2.6.11	Hauteur géométrique d'aspiration	Altitude de la turbine ou de la roue au-dessus du niveau aval (voir figure 5).	h_s	m (ft)

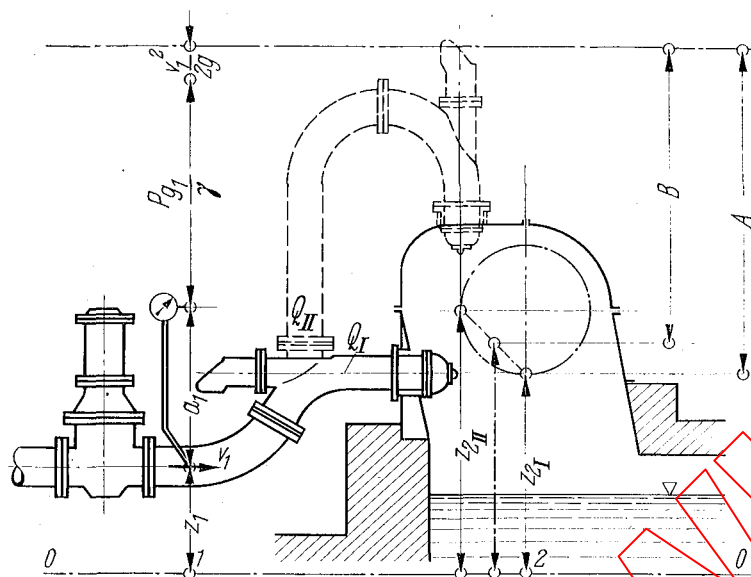


FIG. 4. — Impulse turbine.

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	Gross head	The difference in elevation between the water levels at the upstream and downstream limits of the installation when no water is flowing.	H_g	m (ft)
2.6.8	Loss of head	Loss of total head between any two sections.	H_l	m (ft)
2.6.9	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)
2.6.10	Barometer height	The height of the water barometer corresponding to the atmospheric pressure at the corresponding temperature.	h_b	m (ft)
2.6.11	Geodetic suction head	Height of turbine or runner above tail-water level (see Figure 5).	h_s	m (ft)

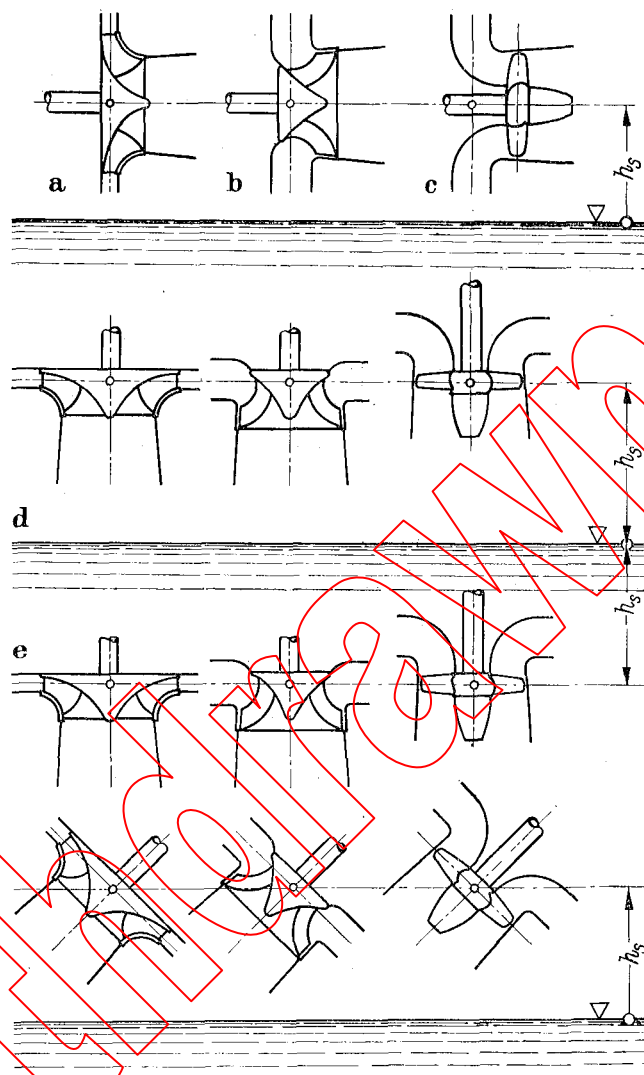


FIG. 5. — Définition de la hauteur géométrique d'aspiration h_s .

- 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

Termes		Définition	Symbole	Unité
2.6.12	Niveau du plan d'eau	Hauteur d'un plan d'eau au-dessus du niveau de la mer ou d'une autre cote de référence.	z_w	m (ft)

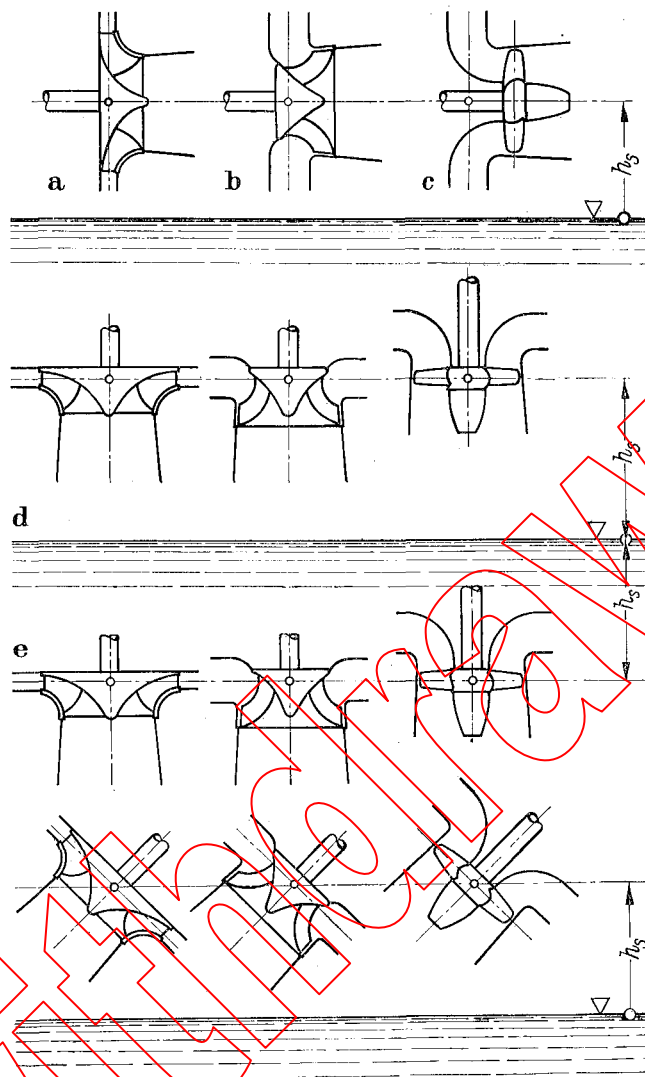


FIG. 5. — Definition of geodetic suction head h_s .

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

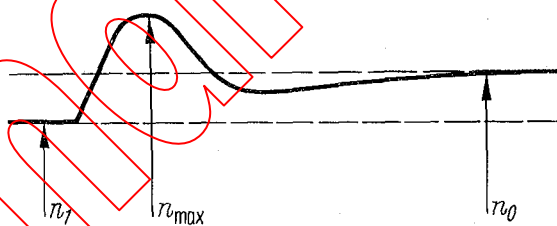


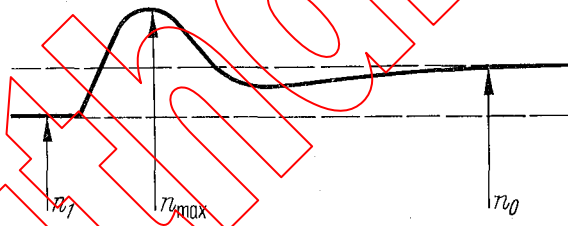
Tailwater level

Term		Definition	Symbol	Units
2.6.12	Water level	The elevation of water surface above mean sea level or other reference datum.	z_w	m (ft)

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. Elle est la somme des termes suivants: a) Puissance aux bornes du générateur électrique. b) Pertes mécaniques et électriques du générateur, excepté c). c) Dans le cas de paliers communs, part des pertes dues au générateur dans ceux-ci. d) Pertes dans les engrenages et le volant. e) Pertes absorbées par les machines auxiliaires entraînées directement. f) Si un frein est utilisé, les puissances a) et b) sont remplacées par la mesure effectuée au moyen du frein.	P_t	kW
2.7.3	Puissance garantie	Puissance pour laquelle la turbine est commandée sous la hauteur de chute garantie H_g et à la vitesse garantie n_g .	P_g	kW
2.8	<i>Rendement</i>			
2.8.1	Rendement de la turbine	Quotient de la puissance fournie par la puissance absorbée de la turbine.	η_t	%
2.8.2	Rendement moyen pondéré de la turbine	Rendement moyen pondéré calculé arithmétiquement à partir des valeurs isolées: $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots$ 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: $\eta_{t_w} = \frac{w_1 \cdot \eta_1 + w_2 \cdot \eta_2 + w_3 \cdot \eta_3 + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots}$	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_g	tr/min

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. It is determined as the sum of: a) Output of the generator as measured at the generator terminals. b) Mechanical and electrical losses in the generator, except c). c) In case of common thrust bearings: pro rata bearing losses due to the generator. d) Losses in the gear and flywheel. e) Power required by direct driven auxiliary machines. f) If a brake is used (instead of a) and b) the output is determined by means of the brake.	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: $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots$ 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: $\eta_{tw} = \frac{w_1 \cdot \eta_1 + w_2 \cdot \eta_2 + w_3 \cdot \eta_3 + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots}$	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>		
2.9.1	Guaranteed speed The speed for which the turbine is ordered.	n_r	rev/min

Termes		Définition	Symbole	Unité
2.9.2	Vitesse à vide	Vitesse de régime avec générateur excité mais à vide après déconnexion du réseau, le régulateur étant branché.	n_o	tr/min
2.9.3	Vitesse d'emballement	Vitesse maximale atteinte quand toute charge est supprimée et que l'alimentation en eau n'est pas réduite, le distributeur restant à pleine ouverture (pour les turbines Kaplan, dans la position intermédiaire du distributeur et des pales de la roue qui conduit à la vitesse d'emballement maximale).	n_R	tr/min
2.10	<i>Variations de vitesse</i>			
2.10.1.	Vitesse initiale	Vitesse de régime, immédiatement avant une décharge donnée.	n_i	tr/min
2.10.2	Statisme	Ecart de vitesse de régime entre la marche à vide et à charge donnée, exprimé en pour cent de la vitesse nominale:	x_n	%
		$x_n = 100 \cdot \frac{(n_o - n_i)}{n_r}$		%
2.10.3	Vitesse maximale instantanée	Vitesse maximale instantanée atteinte quand une charge donnée est subitement supprimée (voir figure 6).	n_{max}	tr/min
 FIG. 6. — Variation de la vitesse lors d'une décharge brusque.				
2.10.4	Variation de vitesse relative maximale instantanée	La variation maximale de vitesse instantanée, exprimée en pour cent de la vitesse initiale, quand une charge donnée est soudainement changée.	$(v_n)_{max}$	%
		$(v_n)_{max} = 100 \cdot \frac{(n_{max} - n_i)}{n_i}$		%
2.11	<i>Variation de pression</i>			
2.11.1	Pression statique à l'arrêt	Pression en l'absence de débit.	p_o	kp/cm ² (lb/in ²)
2.11.2	Pression maximale instantanée	Pression maximale instantanée atteinte quand une charge donnée est soudainement supprimée (voir figure 7).	p_{max}	kp/cm ² (lb/in ²) ou m colonne d'eau

Term		Definition	Symbol	Units
2.9.2	No-load speed	Steady state speed with the generator excited, but unloaded after disconnection from network, with governor connected.	n_o	v/min
2.9.3	Runaway speed	The maximum speed attained when all load is removed and when the supply of water is unchecked, in such an intermediate position of guide vanes (and runner blades of Kaplan turbines) which gives maximum runaway speed.	n_R	rev/min
2.10	<i>Speed variations</i>			
2.10.1	Initial speed	The steady speed just before a specified load is removed.	n_l	rev/min
2.10.2	Permanent speed variation	The steady state speed variation from no-load to a specific load, expressed as a percentage of the rated speed. $x_n = 100 \cdot \frac{(n_o - n_l)}{n_r}$	x_n	%
2.10.3	Maximum momentary overspeed	The maximum momentary speed that is attained when a specified load is suddenly removed (see Figure 6).	n_{max}	rev/min
 FIG. 6. — Variation of speed after a sudden load rejection.				
2.10.4	Maximum momentary speed variation	The maximum momentary change of speed, expressed as a percentage of the initial speed, when a specified load is suddenly changed. $(y_n)_{max} = 100 \cdot \frac{(n_{max} - n_l)}{n_l}$	$(y_n)_{max}$	%
2.11	<i>Pressure variations</i>			
2.11.1	Static pressure at stand-still	The pressure when water is not flowing.	p_o	kp/cm ² (lb/in ²)
2.11.2	Maximum momentary pressure	The maximum momentary pressure that is obtained when a specified load is suddenly removed (see Figure 7).	p_{max}	kp/cm ² (lb/in ²) or m water column

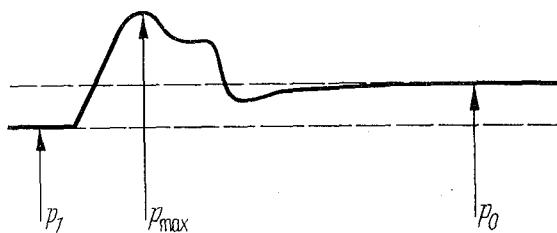


FIG. 7. — Variation de la pression lors d'une décharge brusque.

Termes		Définition	Symbole	Unité
2.11.3	Variation de pression relative maximale instantanée	Variation de pression maximale instantanée exprimée en % de la pression statique quand une charge donnée est soudainement changée. $(z_p)_{\max} = 100 \cdot \frac{(p_{\max} - p_0)}{\gamma H_g}$	$(z_p)_{\max}$	% %
2.12	<i>Cavitation</i>			
2.12.1	Définition	La cavitation est la formation de bulles de vapeur dues à la chute locale de la pression et leur résorption brutale consécutive.		
2.12.2	Erosion	L'érosion par cavitation durant une certaine période peut être mesurée par la réduction de poids des pièces attaquées ou indirectement par la pesée des matériaux d'apport nécessaires pour rénover les surfaces érodées ou encore par les heures de travail nécessaires à cette réparation.		

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.

4. Plaque signalétique

Chaque turbine devra porter une plaque signalétique qui indiquera d'une manière durable et lisible les indications suivantes :

NOM DU CONSTRUCTEUR

Année	N° de série
Hauteur de chute garantie	 m (ft)
Débit garanti	 m³/s (ft³/s)
Puissance garantie de la turbine	 kW
Vitesse garantie	 tr/min

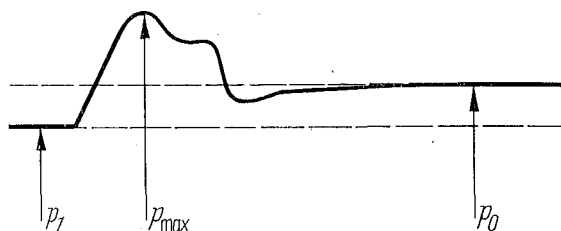


FIG. 7. — Variation of pressure after a sudden load rejection.

Term		Definition	Symbol	Units
2.11.3	Maximum momentary pressure change	The maximum momentary pressure change, expressed as a percentage of the static pressure, when a specified load is suddenly changed. $(z_p)_{\max} = 100 \cdot \frac{(p_{\max} - p_0)}{\gamma H_g}$	$(z_p)_{\max}$	% %
2.12	<i>Cavitation</i>			
2.12.1	Definition	Cavitation is the formation of vapour bubbles due to local pressure drop and their subsequent collapse.		
2.12.2	Cavitation erosion	Cavitation erosion over a certain period can be measured by the reduction in weight of the constructional material or indirectly by weighing the refill material necessary for restoring the eroded surfaces or by the working hours needed for this repairing.		

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 tests.

4. Nameplate

Each turbine shall bear a nameplate which provides the following data in a legible and durable manner :

NAME OF MANUFACTURER

Year	Serial No.
Guaranteed head	 m (ft)
Guaranteed discharge	 m ³ /s (ft ³ /s)
Guaranteed output of turbine	 kW
Guaranteed speed	 rev/min

TABLEAU I

Variation de γ : poids spécifique de l'eau* avec la température, la latitude 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 $^{\circ}\text{C}$					
	0	4	10	20	30	40
Niveau de la mer						
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
à 1 000 m						
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
à 2 000 m						
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
à 4 000 m						
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 $\pm 0,1\%$.

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 49	9,777 40	9,774 32	9,768 15
10°	9,782 04	9,778 96	9,775 87	9,769 70
20°	9,786 52	9,783 43	9,780 34	9,774 17
30°	9,793 38	9,790 29	9,787 21	9,781 03
40°	9,801 80	9,798 72	9,795 63	9,789 46
50°	9,810 79	9,807 70	9,804 61	9,798 44
60°	9,819 24	9,816 15	9,813 07	9,806 90
70°	9,826 14	9,823 05	9,819 97	9,813 80

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 49	9.777 40	9.774 32	9.768 15
10°	9.782 04	9.778 96	9.775 87	9.769 70
20°	9.786 52	9.783 43	9.780 34	9.774 17
30°	9.793 38	9.790 29	9.787 21	9.781 03
40°	9.801 80	9.798 72	9.795 63	9.789 46
50°	9.810 79	9.807 70	9.804 61	9.798 44
60°	9.819 24	9.816 15	9.813 07	9.806 90
70°	9.826 14	9.823 05	9.819 97	9.813 80

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.

CHAPITRE III — NATURE ET ÉTENDUE DES GARANTIES TECHNIQUES

1. Généralités

Un contrat contient les garanties principales de puissance et de rendement d'une turbine et quelquefois des garanties complémentaires concernant les variations de vitesse et de pression, la vitesse d'emballlement et l'érosion par cavitation.

Le client mettra à la disposition du fournisseur de la turbine les caractéristiques complètes, exactes et correctes du circuit hydraulique depuis la prise d'eau jusqu'à la restitution, de toutes les parties et équipements s'y rattachant, de toute la mécanique entraînée, électrique ou non, et de ses parties tournantes, enfin, des organes de régulation et des vannes ainsi que tous leurs mécanismes.

Le fournisseur ne sera pas responsable des valeurs des hauteurs de chute et débits à partir desquelles sont déterminées les puissances ou d'autres garanties, même si les mesures nécessaires à cette détermination ont été effectuées par lui-même ou par ses agents.

Si le générateur électrique doit être utilisé comme moyen indirect de mesure de la puissance, ce générateur et ses auxiliaires doivent faire l'objet d'un essai de réception approprié auquel le fournisseur de la turbine ou ses représentants auront le droit d'assister. Moyennant accord, une copie conforme des calculs et résultats du générateur sera donnée au fournisseur de la turbine.

2. Garanties principales

2.1 Puissance

La garantie concernant la puissance de la turbine est respectée si la turbine fournit une puissance au moins égale à sa valeur garantie pour la hauteur de chute nette et la vitesse garantie correspondante. Les garanties peuvent être données pour différentes hauteurs de chute nette.

2.2 Rendement

2.2.1 Les garanties de rendement sont respectées si les rendements obtenus ne sont pas inférieurs à ceux garantis. Les garanties peuvent être données pour la puissance ou le débit garantis et diverses charges ou débits partiels, sous l'une des formes suivantes :

2.2.1.1 Rendements moyens pondérés dans une gamme de charges ou de débits (II.2.8.2).

2.2.1.2 Rendements moyens arithmétiques dans une gamme de charges ou de débits (II.2.8.3).

2.2.1.3 Rendements moyens planimétrés dans une gamme de charges ou de débits (II.2.8.4).

Ces garanties peuvent être demandées et données pour diverses hauteurs de chute nette.

2.2.2 Si la puissance ou le débit garantis devaient être dépassés aux essais, le fournisseur aurait la possibilité de fixer une puissance ou un débit n'excédant pas la puissance ou le débit garantis de plus de 10%, comme base pour le calcul du rendement moyen. Il aurait le droit de choisir cette nouvelle valeur de la puissance ou du débit pour réduire le montant des pénalités; s'il y a des primes, celles-ci doivent être réduites au minimum.

2.2.3 Cette nouvelle puissance (ou débit) ainsi choisie doit être considérée comme puissance (ou débit) garantie pour toutes les autres garanties.

3. Autres garanties

3.1 Variations de vitesse et de pression

Des garanties limitant l'amplitude des variations de vitesse et de pression en cas de coupure ou de charge brusque de puissances spécifiées au contrat peuvent faire l'objet de garanties complémentaires.

CHAPTER III — NATURE AND EXTENT OF TECHNICAL GUARANTEES

1. General

A contract contains main guarantees for output and efficiency of a turbine and sometimes additional guarantees covering speed and pressure variations, runaway speed and cavitation erosion.

The purchaser shall arrange for the supplier of the turbine to be provided with true, full and acceptable data respecting the waterways from intake to the tailrace, and all parts and equipment relating thereto, and all the driven machinery whether electrical or not and the revolving parts thereof, and the governor, valves and gates and all allied mechanisms.

The supplier shall not be responsible for the values of head and discharge on which the outputs and other guarantees are to be based, even though he himself or his agent has made measurements necessary for them.

If the electric generator is to be used as an indirect means of measuring output, then the electric generator and its auxiliaries shall be given an appropriate acceptance test at which the supplier or his representative shall have the right to be present. By agreement, a certified copy of the generator test calculations and results shall be given to the supplier.

2. Main guarantees

2.1 Output

The guarantee concerning the turbine output is met if the turbine delivers not less than its guaranteed output at the specified guarantee net head and speed. The guarantees may be given for different net heads.

2.2 Efficiency

2.2.1 The guarantees regarding efficiency are met if the efficiencies obtained are not less than those guaranteed. The guarantees may be given for the guaranteed output or discharge and different partial loads or discharges.

2.2.1.1 As weighted average efficiencies over a load or discharge range (II.2.8.2).

2.2.1.2 As arithmetical average efficiencies over a load or discharge range (II.2.8.3).

2.2.1.3 As planimetric average efficiencies over a load or discharge range (II.2.8.4).

These guarantees may be asked for and given for different net heads.

2.2.2 If the guaranteed output or discharge should be exceeded on test, the supplier shall have the option of naming an output or discharge not greater than 10% above the said guaranteed output or discharge, as a basis for determining average efficiency. He may use these newly chosen values of output or discharge to reduce the amount of penalty; if premiums are concerned, the premiums must be reduced to a minimum.

2.2.3 This newly chosen output or discharge shall be considered as guaranteed output or discharge for all other guarantees.

3. Other guarantees

3.1 Speed and pressure variations

The extent of speed and pressure variations when specified outputs are suddenly thrown off or on may be the subject of an additional guarantee.

3.2 *Vitesse d'emballement*

La vitesse d'emballement peut faire l'objet d'une garantie stipulant que, sous une chute donnée, sous les conditions de l'article II.2.9.3 et un niveau aval spécifié, elle ne dépassera pas une valeur donnée.

3.3 *Erosion par cavitation*

Une garantie limitant l'importance de l'érosion par cavitation (voir II.2.12.2) peut être demandée et donnée sous réserve que la turbine soit exploitée dans les limites prescrites de puissance, de durée, de température de l'eau et la cote du plan d'eau aval (figure 5).

4. **Durée des garanties**

A moins qu'il en soit convenu autrement, les garanties proposées et données resteront continuellement en vigueur pendant un minimum de 12 mois jusqu'à un maximum de 24 mois depuis la date fixée d'un commun accord, à partir de laquelle la turbine entre en service industriel.

Withdrawal

3.2 *Runaway speed*

A guarantee may be made that the runaway speed at a specified head will not exceed a specified value under the conditions of Clause II.2.9.3 and specified tailwater level.

3.3 *Cavitation erosion*

A guarantee limiting the amount of cavitation erosion (see II.2.12.2) may be asked for and given on the assumption that the turbine is operated within the prescribed limits of output, duration, water temperature and tailwater level (Figure 5).

4. **Period of guarantee**

Unless otherwise agreed, the guarantees offered and given shall be in force continuously for a minimum of 12 months to a maximum of 24 months from the agreed day on which the turbine is taken into industrial operation.

Withdrawal

CHAPITRE IV — CONDITIONS A REMPLIR POUR LES ESSAIS

1. Dispositions à prévoir sur l'installation

Au moment de l'étude de l'installation, il est recommandé que toute l'attention voulue soit donnée aux dispositions à prévoir en vue des essais. Ceci s'applique en particulier à la mesure des débits et de la hauteur de chute. La méthode à utiliser pour la mesure des débits devrait être examinée et choisie à ce stade.

Les conditions d'essais devraient également être envisagées lorsque l'acheteur éventuel ou ses ingénieurs soumettent une demande d'offres à des fournisseurs possibles. Il devrait être spécifié que les essais de réception seront effectués conformément aux exigences du présent code. S'il devait y avoir des dérogations quelconques à ce code, elles devraient être clairement spécifiées.

2. Ecart admissible par rapport aux conditions contractuelles

2.1 Exploitation pratique de la centrale

L'exploitation pratique des centrales implique en règle générale certaines variations de la hauteur de chute. Il est recommandé, en conséquence, d'indiquer au fournisseur au moment d'un appel d'offres les chutes normales, minimales et maximales prévues auxquelles devront s'appliquer les garanties de puissance et de rendement. S'il existe pendant les essais des écarts par rapport aux conditions contractuelles, ils doivent rester dans les limites suivantes :

2.2 Fluctuations pendant un essai individuel

Les essais doivent être exécutés dans des conditions de chute constante, de puissance constante, de vitesse constante, les organes de réglage de la turbine (distributeur et pales) étant fixés, dans les limites de fluctuations suivantes au cours d'un essai individuel.

2.2.1 Les fluctuations de la puissance ne doivent pas excéder $\pm 1,5\%$ de la puissance moyenne.

2.2.2 Les fluctuations de la chute ne doivent pas excéder $\pm 1\%$ de la chute moyenne.

2.2.3 Les fluctuations de la vitesse ne doivent pas excéder $\pm 0,5\%$ de la vitesse moyenne.

2.3 Ecart par rapport à la chute spécifiée

2.3.1 La chute (vitesse) moyenne réelle pour chaque essai individuel pendant tout l'essai de réception ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 3\%$ ($\pm 1,5\%$) de la valeur spécifiée, si la vitesse (chute) est maintenue à la valeur spécifiée suivant IV.2.2.

2.3.2 L'écart sur la chute peut atteindre au maximum $\pm 10\%$ de la valeur contractuelle, si la vitesse d'essai réelle n_n est ajustée suivant la formule :

$$\frac{n_n}{n_r} = \sqrt{\frac{H_n}{H_r}}$$

Les indices r et n se réfèrent respectivement aux valeurs garanties et d'essai.

2.3.3 S'il n'est pas possible d'ajuster la vitesse de rotation pour s'adapter aux écarts de chute dépassant $\pm 3\%$, la correction sur les résultats d'essais peut être effectuée, après accord mutuel, pour les écarts de chute (vitesse) en se servant des courbes d'essais sur modèle quand elles existent. Cependant si un nombre suffisant de valeurs garanties est disponible pour différentes chutes, la valeur correspondante de chute et les valeurs correspondantes de puissance et de rendement seront déterminées par interpolation.

CHAPTER IV — TEST CONDITIONS TO BE FULFILLED

1. Adequate provision for the test when the plant is designed

It is recommended that when the plant is being designed attention should be given to provisions for testing. This applies particularly to the arrangements for measurement of the quantity of flow and the head. The method to be used for measurement of flow should be considered and chosen at this stage.

The test conditions should also be considered when the intending purchaser, or his engineers, submits an inquiry to possible suppliers. A statement should be included that the acceptance test shall be performed in accordance with the requirements of this code. If there are to be any deviations from the code, they should be clearly stated.

2. Permissible deviation from specified conditions

2.1 *Practical plant operation*

Practical plant operation as a rule involves some variation in head. It is therefore recommended that, when a request is made for tenders, the data submitted to the supplier shall state the anticipated normal, minimum and maximum heads to which the guarantees of output and efficiency are to apply. Should deviations from the specified conditions exist during the tests, they shall be limited as follows:

2.2 *Fluctuations during individual test run*

Tests shall be made under conditions of constant head, constant load, constant speed and with fixed gate openings and positions of runner blades within the following limits of fluctuations during an individual run.

2.2.1 Fluctuations in load shall not exceed $\pm 1.5\%$ of the average load.

2.2.2 Fluctuations in head shall not exceed $\pm 1\%$ of the average head.

2.2.3 Fluctuations in speed shall not exceed $\pm 0.5\%$ of the average speed.

2.3 *Deviation from specified head*

2.3.1 The actual average head (speed) for each individual test run during the whole acceptance test may deviate from its specified value by not more than $\pm 3\%$ ($\pm 1.5\%$) if the speed (head) is kept at its specified value as per IV.2.2.

2.3.2 The head may deviate by not more than $\pm 10\%$, if the actual speed n_n is adjusted to satisfy the relation:

$$\frac{n_n}{n_r} = \sqrt{\frac{H_n}{H_r}}$$

The subscripts r and n refer to specified and actual conditions respectively.

2.3.3 If the speed cannot be adjusted to suit head deviations beyond $\pm 3\%$, the correction of test results may, by mutual agreement, be made for head and/or speed deviations by the use of model test curves when they are available, or if sufficient guaranteed values for different heads are available, then the corresponding guaranteed head and the corresponding guaranteed values of output and efficiency will be established by interpolation.

2.4 Niveau aval

Pour les turbines à réaction, le niveau aval ne doit pas tomber au-dessous de celui qui correspond à la hauteur maximale d'aspiration indiquée au contrat. Si la chute réelle s'écarte de la chute garantie dans les conditions prévues au IV.2.3, les conditions de cavitation calculées pour cette chute réelle ne doivent pas être plus défavorables que celles données pour la chute garantie.

Pour les turbines Pelton, le niveau aval maximal ne doit pas monter plus haut que le niveau maximal prévu dans le contrat.

3. Examen sur place

Les conditions permettant de satisfaire aux exigences de la section IV 2 ainsi que celles relatives aux méthodes de mesure projetées en conformité avec le chapitre VIII doivent faire l'objet d'un examen sur place avant le début des essais. L'état de l'eau doit être compris dans cet examen. L'eau ne doit pas contenir des quantités exagérées d'écorces, de feuilles, d'herbes ou corps étrangers similaires susceptibles de s'accrocher aux bords des aubes des roues et d'affecter dans un sens défavorable l'écoulement à l'intérieur de la turbine.

Withdrawal

2.4 Tailwater level

For reaction turbines, the tailwater level must not fall below the level which corresponds to the maximum suction head stated in the contract. If the actual head deviates from the guaranteed head according to IV.2.3, the cavitation conditions computed for this head must not be worse than for the guaranteed head.

For impulse turbines, the highest tailwater level must not exceed the maximum level stated in the contract.

3. Investigation at the site

Conditions satisfying the above mentioned item IV.2, as well as conditions for the planned measuring methods according to Chapter VIII shall be investigated at the site prior to the test. The condition of the water shall be included in this investigation. The water must not carry undue quantities of bark, leaves, weeds or similar foreign elements which may cling to the edges of the runner blades and unfavourably affect the flow in the turbine.

Withdrawal

CHAPITRE V — MODALITÉS D'EXÉCUTION DES ESSAIS

1. Personnel

Le choix du personnel dirigeant les essais et les dispositions à prendre à ce sujet sont de la plus grande importance.

1.1 *Autorité pour les essais*

Sauf spécification contraire prévue au contrat, les deux parties contractantes ont des droits égaux pour la détermination des méthodes et du mode d'exécution des essais ainsi que pour le choix du personnel d'essais. Il est préférable, cependant, que les essais soient confiés à des experts ayant une position indépendante vis-à-vis des deux parties.

1.2 *Chef des essais*

Un Chef des essais doit être désigné d'un commun accord entre les parties. Il doit exercer son autorité sur tous les observateurs. Il doit conduire et surveiller les essais et rendre compte des conditions d'essais. Il est responsable pour toutes les mesures. Il est responsable pour le calcul des résultats et pour la préparation du rapport final. Pour toutes les questions se rapportant aux essais et leur exécution, sa décision sera définitive.

1.3 *Personnel, nombre et compétence*

Un ingénieur hydraulicien expérimenté doit être choisi pour la mesure des débits, de même qu'un ingénieur électricien expérimenté pour la mesure des puissances. Les autres membres de l'équipe d'essais doivent posséder l'expérience nécessaire pour leur permettre de noter de façon exacte et sûre les indications des appareils qui leur sont confiés.

1.4 *Représentation aux essais*

Le client et le fournisseur de la turbine auront le droit de se faire représenter par des membres de leur personnel.

2. Préparation des essais

2.1 *Communication des dessins et documents*

Tous les dessins, présentant une importance pour les essais, ainsi que tous les documents, données, spécifications, certificats et rapports sur les méthodes d'exécution, doivent être mis à la disposition du Chef des essais.

2.2 *Inspection sur place*

Dans les deux jours qui précèdent le début des essais, la turbine doit être soumise à un examen en vue de s'assurer :

- 2.2.1 Que le matériel est complet conformément à la spécification.
- 2.2.2 Que les graduations indiquant les ouvertures du distributeur ou de l'injecteur et les orientations des pales correspondent bien aux mesures réellement faites.
- 2.2.3 Que les passages de l'eau ne sont pas obstrués ou réduits par la présence de corps étrangers.
- 2.2.4 Qu'aucune usure anormale ne s'est produite sur des parties vitales.

CHAPTER V — TEST PROCEDURE

1. Personnel

The selection of personnel to conduct the test and procedures in connection therewith are matters of prime importance.

1.1 *Authority for test*

Unless otherwise provided in the contract, both parties to the contract shall have equal rights in determining the test methods and procedures and in selecting the test personnel. It is preferable, however, that the test be entrusted to experts who hold an independent position toward both parties.

1.2 *Chief of Test*

A Chief of Test shall be appointed by agreement between the two parties. He shall exercise authority over all observers. He shall conduct and supervise the test and report on test conditions. He shall be responsible for all measurements. He shall be responsible for the computation of results and the preparation of the final report. On any question pertaining to the test or its execution, his decision shall be final.

1.3 *Personnel, number and competence*

An experienced hydraulic engineer shall be selected for the measurement of flow and an experienced electrical engineer for the measurement of power output. Other members of the testing team will have the experience necessary to enable them to secure accurate and reliable records from the instruments entrusted to them.

1.4 *Presence at the tests*

The purchaser and the supplier of the turbine shall be entitled to have present members of their staff.

2. Preparation for test

2.1 *Submission of drawings and relevant data*

All drawings of importance for the test and all relevant data, documents, specifications and certificates and reports on operating conditions, shall be placed at the disposal of the Chief of Test.

2.2 *Inspection on site*

Within two days before the start of the tests, the turbine shall be subjected to inspection. The purpose of this is to verify:

- 2.2.1 That the machinery is complete according to specifications.
- 2.2.2 That the scales of guide vane or nozzle openings and blade angles correspond with actual measurements taken.
- 2.2.3 That water passages are not obstructed or restricted by any foreign material.
- 2.2.4 That no undue wear has taken place on vital parts.

- 2.2.5 Que toutes les prises de pression, les tubes manométriques et les tuyaux de raccordement sont exempts d'obstruction et convenablement placés et exécutés.

2.3 Mesures préalables

Lorsque ces renseignements sont nécessaires, il est recommandé de mesurer avec précision les dimensions et les longueurs des conduites entre les prises de pression avant que l'unité ne soit mise en service.

2.4 Examen après les essais

Après exécution des essais, un examen de contrôle de l'ensemble du conduit hydraulique et des tubes piézométriques devra être effectué dans le but de s'assurer que ceux-ci sont exempts de tout corps étranger.

3. Accord sur le programme d'essais

3.1 Accord préalable

Le programme à suivre pendant les essais doit être déterminé par le Chef des essais en prenant en considération les dispositions prises antérieurement, conformément à IV.1. Toutes les dispositions prises ainsi que tous les programmes sont à soumettre suffisamment à l'avance au client et au fournisseur pour examen et accord. L'acceptation ou les objections doivent être formulées par écrit

3.2 Programme général

Les essais de réception ne doivent pas avoir lieu avant que la turbine, à la suite d'une période de service industriel convenable, ait été mise à la disposition du client en vue de son exploitation commerciale. Il appartient au client de décider, compte tenu de l'exploitation de la Centrale et des conditions de débit, de la date des essais de réception. Ces essais devront avoir lieu aussitôt que possible après que la turbine aura été mise à la disposition du client, mais avant l'expiration de la période de garantie, sauf accord contraire écrit entre les parties. Le programme général doit être rédigé par le Chef des essais et comprendre les renseignements particuliers concernant les points ci-après.

- 3.2.1 *Etendue et durée probable des essais.* Cette indication doit comprendre la liste des essais individuels et les valeurs des charges auxquelles ils seront effectués.
- 3.2.2 *Nombre de groupes à essayer.* Il y a lieu d'indiquer si plusieurs unités ou une seule d'un groupe de turbines identiques devront être essayées en vue de la détermination du rendement.
- 3.2.3 *Détails des mesures.* Les méthodes qui seront utilisées pour la mesure de débit, de la puissance et de la chute doivent être indiquées.
- 3.2.4 *Turbines Kaplan, avec ou sans came.* Les essais de rendement et de puissance des turbines Kaplan devront être effectués en supprimant l'action de la came de conjugaison entre les ouvertures du vannage et l'orientation des pales de la roue en vue de vérifier que la relation entre ces deux réglages est correcte. Une série d'au moins cinq essais de rendement devra être exécutée pour chaque valeur de l'orientation des pales, pour différentes ouvertures du distributeur voisines de celle présumée correcte pour l'orientation des pales choisies. Le tracé graphique de ces essais indique la meilleure conjugaison. Pour gagner du temps, ces essais peuvent être effectués sous la forme « d'essais relatifs » en n'utilisant que des valeurs relatives du rendement, s'ils sont

- 2.2.5 That all pressure tapplings, tubes and connections are clear of obstruction, properly formed and located.

2.3 *Measurements before test*

It is recommended that dimensions and length of conduits between pressure tapplings, in cases where such information is required, be measured accurately before the unit is operated.

2.4 *Inspection after test*

After completion of the test, a check inspection of the water and piezometric passages shall be made to verify that these are free from foreign material.

3. **Agreement on test procedure**

3.1 *Consent to procedure*

The procedure to be followed in the test shall be outlined by the Chief of Test under consideration of plans made up previously according to IV.1. All arrangements and plans are to be submitted to the purchaser and supplier in ample time for consideration and agreement. Consent or objection is to be given in writing.

3.2 *General programme*

The acceptance test shall not take place until after the turbine, following due test running, has been handed over to the purchaser for commercial operation. It is for the purchaser to decide, with respect to plant operation and flow conditions, on the date of the acceptance test. This should be as soon as possible after the turbine is handed over to the purchaser, but within the specified guarantee period unless otherwise agreed by both parties in writing. The general programme shall be drafted by the Chief of Test and shall include particulars concerning the following items:

- 3.2.1 *Extent and estimated duration of test.* This shall include a statement of the runs and the load points at which these are to be made.
- 3.2.2 *Units to be tested.* This shall state whether several or only one of a group of similar units are to be tested with regard to efficiency.
- 3.2.3 *Details of measurement.* The methods to be used for measurement of discharge, output and head shall be stated.
- 3.2.4 *Kaplan turbine, with or without cam.* Tests for efficiency and output of Kaplan turbines shall be carried out, if possible with cam control between guide vane opening and blade angle disconnected, as this offers a means of checking the correct relationship between these settings. A series of not less than five efficiency tests for each fixed blade angle shall be run at different guide vane openings near the presumed correct opening for the selected blade angle. A graph of these tests reveals the best combination. These may, in order to save time, be carried out as “index tests” with only relative values of the efficiency, if they are amended by suitable accepted methods, at the determined correct guide vane opening. If the best blade angle relationship has previously

corrigés par des méthodes appropriées et reconnues, pour la détermination de la position correcte du vannage. Si la conjugaison optimale des pales de la roue a été précédemment déterminée par la méthode des rendements relatifs, les cinq points de mesure ci-dessus peuvent être réduits jusqu'à concurrence de trois. Après accord, les essais peuvent être effectués avec la came de conjugaison en service.

- 3.2.5 *Dispositions concernant les rendements pondérés.* Lorsque les garanties sont basées sur des rendements pondérés, qui donnent une importance commerciale différente aux diverses valeurs de la puissance ou du débit, les mêmes dispositions doivent être prises et l'exactitude maximale doit être recherchée pour tous les essais individuels et non pas seulement pour ceux correspondant aux charges ou aux débits auxquels se rapportent les rendements pondérés, car il est nécessaire de tracer des graphiques dignes de foi couvrant la gamme entière des essais. Le Chef des essais doit décider pour quels points il y a lieu de répéter les essais.

4. Instruments

4.1 Fourniture des appareils

Le nom du constructeur, le numéro de fabrication et le propriétaire des instruments doivent être mentionnés dans le compte rendu final. Tous les repères de nivellement utilisés pour la mesure des hauteurs doivent être conservés jusqu'à l'approbation du rapport d'essais final.

4.2 Etalonnage des appareils

Tous les appareils qui ne peuvent être étalonnés sur place doivent être accompagnés d'un certificat d'étalonnage valable émanant d'une institution officielle.

Après exécution des essais, un nouvel étalonnage doit être effectué sauf accord contraire. La date et le lieu d'étalonnage doivent figurer dans le rapport final. L'institution officielle d'étalonnage décidera si les écarts entre les deux étalonnages restent dans des limites normales. Dans ce cas leur moyenne arithmétique sera utilisée, dans le cas contraire un accord spécial doit être conclu.

5. Relevés

- 5.1 Pour les différents postes de mesure, il sera préparé un nombre suffisant de feuilles de relevés comportant une désignation claire des grandeurs à mesurer.

Les feuilles de relevés devront être préparées en un nombre suffisant d'exemplaires afin que chacune des parties et le Chef des essais puissent recevoir aussitôt un jeu complet de feuilles de relevés.

- 5.2 Toutes les lectures seront faites, soit en fonction du temps et à intervalles réguliers, soit sur signaux donnés simultanément à tous les observateurs.

- 5.3 Toutes les lectures momentanées s'étendront sur le même intervalle de temps pour chaque poste de mesure. La moyenne arithmétique des lectures sera utilisée pour le calcul des résultats d'essai.

- 5.4 Avant les essais, les ouvertures des injecteurs ou des directrices et, pour les turbines Kaplan, les positions des pales, seront soigneusement mesurées pour différentes positions des mécanismes de commande, et des échelles graduées appropriées devront être approvisionnées. Ces échelles devront être accessibles pendant les essais et leurs indications relevées pour chaque essai. Les résultats des essais pourront se référer à ces indications (voir V.2.2.2).

- 5.5 Avant les essais, seront préparées et rassemblées les courbes d'étalonnage et de correction de tous les instruments employés afin de permettre un nombre suffisant de calculs provisoires représentatifs, dans les délais les plus courts et avant la fin des essais. Toutes les erreurs alors constatées devront être éliminées si possible ou prises en considération et c'est seulement dans ces conditions que l'on pourra clore les essais et que l'appareillage d'essais pourra être démonté (voir V.4.2).

been determined by index test, the five test points required herein above may be reduced to a minimum of three points. By agreement, the tests may be run with the cam connected.

- 3.2.5 *Procedure when weighted efficiencies are used.* When weighted efficiencies which give different commercial importance to different values of output and/or discharge are specified as the basis for guarantees, the same procedure should be followed and the maximum accuracy sought for all test runs and not only for those loads to which the weighted efficiencies refer, since reliable graphs must be drawn covering the whole range of tests. The Chief of Test shall decide at which points repeat tests shall be made.

4. Instruments

4.1 *Provision of instruments*

Maker, manufacturing number and owner of instruments shall be stated in the final record. All level reference points in the head measuring system are to be reserved until the approval of the final test report.

4.2 *Calibration of instruments*

All instruments which cannot be calibrated on site shall carry valid calibration certificates of an official institution.

After completion of the test a repeat calibration shall be made, unless omitted by agreement. The date and place of calibration shall be stated in the final record. This calibration institution shall decide whether both calibrations lie within normal limits. If such is the case, their arithmetical mean shall be used. If not, a special agreement must be made.

5. Observations

- 5.1 A sufficient number of suitable observation sheets with a clear indication of the items to be measured should be prepared for use at the various observation points.

The observation sheets will be prepared in a sufficient number of copies, so that each party to the test and the Chief of Test can immediately be handed a complete set.

- 5.2 All readings should be taken in relation to time and at regular intervals, or the readings can be taken on signals to all observers.

- 5.3 All momentary readings shall extend over the same interval of time at each measuring point. The arithmetical mean of the momentary readings will be used for the test computations.

- 5.4 Before carrying out a test, the openings of the needle nozzle or the guide vanes and, in the case of Kaplan turbines, the positions of the movable runner blades, for various positions of the operating mechanisms, shall be accurately measured and suitable scales provided. These scales must be accessible in operation and recorded for each run. The test results can be referred to such recorded positions. (See V.2.2.2).

- 5.5 Before carrying out the test, the necessary correction and calibration curves of all instruments employed shall be available, so that within a short time following a test run, a sufficient number of representative calculations can be made. All errors hereby determined shall be eliminated where possible or taken into account. Only on this basis may the tests be terminated and the test instruments removed (see V.4.2).

5.6 Toutes les dispositions nécessaires aux méthodes de mesure prévues dans le code sont décrites dans la deuxième partie.

6. Signature des comptes rendus

Les relevés d'essais doivent être signés par le Chef des essais.

7. Procédure en cas de contestation ou de répétition

Après l'achèvement des essais, les relevés doivent être examinés par les deux parties et des résultats représentatifs doivent être calculés provisoirement sur place avant la dispersion du personnel d'essais. S'il y a une contestation quelconque concernant les essais pour des raisons clairement expliquées par écrit, la partie qui ne s'estime pas satisfaite a le droit de demander l'exécution d'un nouvel essai.

Si un accord final concernant l'exécution d'un tel essai ne peut pas être obtenu, il y a lieu de porter le différend devant un arbitre indépendant acceptable pour les deux parties.

Withdrawal

5.6 All arrangements necessary for any method of measurement provided in the code are described in Part 2.

6. Signing of records

The test records shall be signed by the Chief of Test.

7. Procedure in case of dispute or repetition

After completion of the test, the records shall be examined by both parties and representative results shall be provisionally computed on site before dispersal of the testing staff. If there is any dissatisfaction with the tests for clearly explained reasons stated in writing, the dissatisfied party shall have the right to demand a new test.

If final agreement as to the conduct of such test cannot be reached, the matter shall be referred to an independent arbitrator acceptable to both parties.

Withdrawn