

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
45-1**

Première édition
First edition
1991-05

Turbines à vapeur

**Partie 1:
Spécifications**

Steam turbines

**Part 1:
Specifications**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 45-1: 1991

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
45-1

Première édition
First edition
1991-05

Turbines à vapeur

**Partie 1:
Spécifications**

Steam turbines

**Part 1:
Specifications**

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	8
4 Garanties	22
5 Régulation	24
6 Fonctionnement et entretien	30
7 Composants	38
8 Massifs et bâtiments	42
9 Entraînement des pompes alimentaires	44
10 Systèmes auxiliaires de la turbine	46
11 Instrumentation	52
12 Protection	54
13 Vibrations	62
14 Bruit	64
15 Essais	64
16 Livraison et installation	66
17 Informations de conception à fournir par l'acheteur	66
18 Informations de conception à prévoir par le fournisseur	74
19 Turbine avec poste de réchauffage de l'eau alimentaire	76
 Annexe A – Régulateurs électroniques	 80

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
 Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
4 Guarantees	23
5 Governing (control)	25
6 Operation and maintenance	31
7 Components	39
8 Foundations and buildings	43
9 Feed pump drives	45
10 Turbine auxiliary systems	47
11 Instrumentation	53
12 Protection	55
13 Vibration	63
14 Noise	65
15 Tests	65
16 Delivery and installation	67
17 Design information to be supplied by the purchaser	67
18 Design information to be provided by the supplier	75
19 Turbine plant with regenerative feed water heating	77
 Annex A – Electronic governors	 81

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TURBINES À VAPEUR

Partie 1: Spécifications

AVANT-PROPOS

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

La présente partie de la Norme internationale CEI 45 a été établie par le Comité d'Etudes n° 5 de la CEI: Turbines à vapeur.

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
5(BC)28	5(BC)31

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

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de la CEI 45.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

STEAM TURBINES

Part 1: Specifications

FOREWORD

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

This part of International Standard IEC 45 has been prepared by IEC Technical Committee No. 5: Steam turbines.

The text of this part is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
5(CO)28	5(CO)31

Full information on the voting for the approval of this part can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Annex A forms an integral part of this part of IEC 45.

INTRODUCTION

La première édition de la CEI 45 date de 1931. Des révisions ultérieures ont été faites, dont la dernière en 1970. Depuis, des développements intensifs ont abouti à la mise à disposition de turbines de plus grande puissance nominale.

Le développement de turbines adaptées aux réacteurs nucléaires refroidis à l'eau a progressé en parallèle, conduisant à la production de grosses turbines utilisant, à l'admission, de la vapeur saturée sèche ou légèrement humide.

Les exigences concernant les systèmes de régulation des turbines se sont accrues simultanément avec le développement des nouvelles technologies de régulation comme les systèmes électrohydrauliques. Fiabilité accrue, critères plus élevés de performance dynamique, adaptabilité à la marche avec arrêts journaliers et plus grande attention apportée à la santé et la sécurité figurent parmi les aspects qui réclament maintenant de hauts critères de réalisation.

Il est donc devenu nécessaire de spécifier une turbine avec plus de détails qu'autrefois. En conséquence, cette partie de la CEI 45 a été complètement réécrite et se trouve, de ce fait, plus étendue que les éditions précédentes.

Partout où cela est possible, cette partie de la CEI 45 prend en compte l'extension au domaine des petites turbines, des développements initialement prévus pour des machines plus grosses, sans impliquer que de telles applications soient toujours nécessaires ou avantageuses.

INTRODUCTION

The first edition of IEC 45 was issued in 1931. Subsequent revisions were made, the last being in 1970. Since then, intensive development has resulted in the availability of more highly-rated turbines.

The development of turbines suitable for use with water-cooled nuclear reactors has proceeded in parallel, resulting in the production of large turbines for use with steam which is initially dry-saturated or slightly wet.

The demands made upon turbine control systems have increased simultaneously with the development of new control technologies, such as electro-hydraulic systems. Increased reliability, higher standards of dynamic performance, suitability for two-shift operation, and increased attention to health and safety are among the aspects now requiring high standards of achievement.

It has therefore become necessary to specify a turbine in more detail than was formerly needed. In consequence, this part of IEC 45 has been completely re-written, and is accordingly more comprehensive than earlier editions.

Wherever practicable, this part of IEC 45 takes into account the scope for applying to smaller turbines developments originally intended for larger machines, without implying that such applications would always be necessary or advantageous.

TURBINES À VAPEUR

Partie 1: Spécifications

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la Norme internationale CEI 45 est applicable en premier lieu aux turbines à vapeur entraînant des alternateurs de production d'énergie électrique. Certaines de ces dispositions sont applicables aux turbines pour d'autres usages.

Le but de cette partie est de rendre un éventuel acheteur conscient des options et des variantes qu'il peut souhaiter envisager et de lui permettre d'exprimer clairement ses exigences techniques auprès des fournisseurs potentiels.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 651: 1979, *Sonomètres*.

CEI 953-1: 1990, *Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur. Première partie: Méthode A*.

CEI 953-2: 1990, *Règles pour les essais thermiques de réception des turbines à vapeur. Deuxième partie: Méthode B*.

ISO 2372: 1974, *Vibrations mécaniques des machines ayant une vitesse de fonctionnement comprise entre 10 et 200 tr/s - Base pour l'élaboration des normes d'évaluation*.

ISO 7919-1: 1986, *Vibrations mécaniques des machines non alternatives - Mesurages sur les arbres tournants et évaluation - Partie 1: Directives générales*.

3 Termes et définitions

Pour cette partie, les termes et définitions suivants s'appliquent:

3.1 Types de turbine

turbine à surchauffe: Turbine dont la vapeur à l'admission est surchauffée d'une façon significative.

turbine à vapeur humide: Turbine dont la vapeur à l'admission est saturée ou voisine de la saturation (appelée aussi turbine à vapeur saturée).

turbine à resurchauffe: Turbine dont la vapeur est extraite en cours de détente, resurchauffée (une ou plusieurs fois) puis admise à nouveau dans la turbine.

STEAM TURBINES

Part 1: Specifications

1 Scope and object

This part of International Standard IEC 45 is applicable primarily to steam turbines driving generators for electrical power services. Some of its provisions are relevant to turbines for other applications.

The purpose of this part is to make an intending purchaser aware of options and alternatives which he may wish to consider, and to enable him to state his technical requirements clearly to potential suppliers.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 651: 1979, *Sound level meters*.

IEC 953-1: 1990, *Rules for steam turbine thermal acceptance tests - Part 1: Method A*.

IEC 953-2: 1990, *Rules for steam turbine thermal acceptance tests - Part 2: Method B*.

ISO 2372: 1974, *Mechanical vibration of machines with operating speeds from 10 to 200 rev/s. Basis for specifying evaluation standards*.

ISO 7919-1: 1986, *Mechanical vibration of non-reciprocating machines - Measurements on rotating shafts and evaluation - Part 1: General guidelines*.

3 Terms and definitions

For the purposes of this part, the following terms and definitions apply:

3.1 Turbine type

superheat turbine: A turbine whose initial steam is significantly superheated.

wet-steam turbine: A turbine whose initial steam is saturated or nearly so. (Also referred to as saturated-steam turbine.)

reheat turbine: A turbine from which the steam is extracted part-way through the expansion, reheated (one or more times) and readmitted to the turbine.

turbine sans resurchauffe: Turbine dont la vapeur n'est pas resurchauffée.

turbine à pressions multiples: Turbine prévue avec des admissions séparées pour de la vapeur fournie à deux pressions ou plus.

turbine à contre-pression: Turbine dont la chaleur résiduelle à l'échappement est utilisée pour alimenter en chaleur un processus industriel et dont l'échappement n'est pas relié directement à un condenseur. La pression d'échappement sera normalement au-dessus de la pression atmosphérique (appelée aussi turbine sans condensation).

turbine à condensation: Turbine dont l'échappement est directement relié à un condenseur. La pression d'échappement sera normalement au-dessous de la pression atmosphérique.

turbine à réchauffage: Turbine dont une partie de la vapeur est extraite en cours de détente afin de réchauffer l'eau d'alimentation.

turbine à extraction: Turbine dont une partie de la vapeur est extraite en cours de détente afin d'alimenter un processus industriel. Si la turbine comprend des moyens pour régler la pression de la vapeur extraite, elle est appelée turbine à extraction réglée (ou automatique).

cycle combiné: Ensemble de chaudière, turbine à vapeur et turbine à gaz dans lequel l'échappement de la turbine à gaz contribue normalement à l'apport de chaleur dans le cycle de vapeur.

cycle combiné à une seule ligne d'arbres: Cycle combiné dans lequel la turbine à vapeur et la turbine à gaz entraînent toutes deux le même alternateur. Il n'est pas possible de dissocier les puissances séparées de la turbine à vapeur et de la turbine à gaz et, certaines définitions données plus loin dans cette partie, comme la consommation spécifique de chaleur ou la puissance, ne sont plus applicables.

NOTE - Les termes de 3.1 peuvent être combinés pour définir les caractéristiques de toute unité particulière.

3.2 *Méthode d'admission de vapeur vive*

injection totale: Toutes les soupapes de réglage fournissent la vapeur uniformément à la couronne d'aubes du premier étage.

injection partielle: La couronne d'aubes du premier étage est divisée en arcs d'admission distincts, la vapeur étant fournie séparément à chaque arc à travers, normalement, une soupape de réglage; les soupapes de réglage travaillant totalement ou partiellement en séquence.

3.3 *Conditions*

conditions terminales: Les conditions terminales pour une turbine à vapeur ou un ensemble turbine-alternateur sont les conditions imposées dans la tranche aux limites de fourniture du contrat. Cela peut comprendre en particulier:

- les conditions de vapeur à l'admission et à la resurchauffe;
- la pression avant resurchauffe;
- la température finale de réchauffage d'eau alimentaire;
- la pression à l'échappement;
- la puissance;
- la vitesse;
- les besoins d'extraction.

non-reheat turbine: A turbine in which the steam is not reheated.

mixed-pressure turbine: A turbine provided with separate inlets for steam supplied at two or more pressures.

back-pressure turbine: A turbine whose exhaust heat will be used to provide process heat, and whose exhaust is not directly connected to a condenser. The exhaust pressure will normally be above atmospheric pressure. (Also referred to as a non-condensing turbine.)

condensing turbine: A turbine whose exhaust is directly connected to a condenser. The exhaust pressure will normally be below atmospheric pressure.

regenerative-cycle turbine: A turbine from which some of the steam is extracted part-way through the expansion in order to heat feed water.

extraction turbine: A turbine in which some of the steam is extracted part-way through the expansion in order to provide process steam. If the turbine includes means for controlling the pressure of the extracted steam, it is called a controlled (or automatic) extraction turbine.

combined cycle: A combination of boiler, steam turbine and gas turbine, in which the gas turbine exhaust normally contributes to the heat input to the steam cycle.

single-line combined-cycle: A combined-cycle plant in which the steam turbine and gas turbine both drive the same generator. It is not possible to segregate the separate outputs of the steam turbine and the gas turbine; and definitions, such as those of heat rate or output given later in this standard, no longer apply.

NOTE - The terms in 3.1 may be combined to define the features of any particular unit.

3.2 *Methods of initial steam admission*

full-arc: All of the governing (control) valves supply steam uniformly to the admission inlet belt of the first stage.

partial-arc: The inlet belt to the first stage is divided into discrete arcs of admission, steam being supplied separately to each arc through, normally, one governing valve; governing valves operate wholly or partially in sequence.

3.3 *Conditions*

terminal conditions: The terminal conditions for a steam turbine or turbine-generator are the conditions imposed on the plant at their terminating points of the contract. These may typically comprise:

- initial and hot reheat steam conditions;
- cold reheat pressure;
- final feed water temperature;
- exhaust pressure;
- power output;
- speed;
- extraction requirements.

conditions terminales spécifiées ou nominales: Conditions aux limites de fourniture du contrat de la turbine ou de l'ensemble turbine-alternateur avec lesquelles la puissance spécifiée et/ou la consommation spécifique de chaleur doivent être établies et/ou garanties. Noter que certains générateurs de vapeur nucléaires fournissent de la vapeur à une pression qui croît quand la charge baisse, mais il faut que la conception de la turbine le permette.

conditions de vapeur: Conditions qui définissent l'état thermodynamique de la vapeur, normalement la pression (statique) et la température ou le titre en vapeur (ou la qualité). Il convient que la pression de vapeur soit toujours exprimée en unités absolues et non en pression relative.

conditions de vapeur à l'admission: Conditions de vapeur à l'entrée des vannes d'arrêt principales.

conditions de vapeur maximales: Conditions de vapeur les plus élevées pour lesquelles on demande à la turbine de fonctionner en continu.

NOTE - Les conditions de vapeur les plus élevées n'excéderont pas celles qui sont permises en 6.2 a) et 6.2 b).

conditions de vapeur secondaire: Conditions de vapeur de toute vapeur additionnelle entrant dans la turbine à toute pression inférieure à la pression à l'admission.

conditions de vapeur multiples: Ensemble des conditions de vapeur à l'admission et secondaire correspondant à une turbine à pressions multiples.

conditions de vapeur resurchauffée: Conditions de vapeur à l'entrée des vannes d'arrêt de la vapeur resurchauffée.

conditions de vapeur à resurchauffer: Conditions de vapeur à la sortie du corps de turbine précédant le resurchauffeur.

conditions de vapeur aux extractions ou soutirages: Conditions de vapeur au départ de la turbine, de la vapeur soutirée pour le poste de réchauffage de l'eau alimentaire ou extraite pour alimenter un processus industriel.

conditions de vapeur à l'échappement: Conditions de vapeur dans la manchette d'échappement de la turbine.

NOTE - Il convient que l'utilisation du mot «conception» pour définir des conditions de vapeur, puissance, vitesse, etc. soit évitée dans les documents contractuels. Cette terminologie s'appliquera uniquement aux valeurs utilisées dans les calculs de conception comme, par exemple, la pression de conception pour un récipient sous pression.

3.4 Vitesses

vitesse nominale: La vitesse à laquelle il est spécifié que la turbine tourne à sa puissance nominale.

vitesse maximale continue: La plus haute limite de la vitesse de la turbine en fonctionnement en service continu.

vitesse de déclenchement par survitesse: Vitesse à laquelle le dispositif de déclenchement par survitesse est réglé pour agir.

specified or rated terminal conditions: The conditions at the terminating points of the turbine or turbine-generator contract, with which specified output and/or heat rate shall be stated and/or guaranteed. Note that some nuclear steam generators supply steam at a pressure which increases as load reduces, and the turbine design must allow for this.

steam conditions: The conditions which define the thermodynamic state of steam, normally (static) pressure and temperature or dryness fraction (or quality). Steam pressure should always be quoted in absolute units, not as gauge pressure.

initial steam conditions: The steam conditions at inlet to the main stop valves.

maximum steam conditions: The highest steam conditions at which the turbine is required to operate continuously.

NOTE - The highest steam conditions should not exceed those permitted by 6.2 a) and 6.2 b).

induction steam conditions: The steam conditions of any additional steam entering the turbine at any pressure lower than the initial pressure.

dual steam conditions: The combination of initial and induction steam conditions appropriate to a mixed-pressure turbine.

reheat steam conditions: The steam conditions at the inlet to the reheat stop valves. (Also referred to as hot reheat steam conditions.)

cold reheat steam conditions: The steam conditions at the outlet of the turbine preceding the reheater.

extraction steam conditions: The steam conditions at the extraction connections of the turbine, of steam extracted for feed-heating or process purposes.

exhaust conditions: The steam conditions at the exhaust connection from the turbine.

NOTE - Use of the word "design" in respect of any steam conditions, power output, speed, etc., should be avoided in the contract documents. This terminology should only be applied to the values used in design calculations such as the design pressure for a pressure vessel.

3.4 *Speeds*

rated speed: The speed at which the turbine is specified to operate at its rated output.

maximum continuous speed: The upper limit of the operating speed of the turbine for continuous service.

overspeed trip setting: The speed at which the overspeed trip is set to operate.

survitesse transitoire: Elévation transitoire de la vitesse de la turbine consécutif à un rejet de charge avec la régulation de vitesse en service. La survitesse transitoire nominale correspond au rejet de la charge nominale à la vitesse nominale.

vitesse maximale transitoire: Vitesse de rotation maximale suivant le lâcher de la capacité maximale, obtenue en déclenchant l'alternateur du réseau électrique (l'alimentation des auxiliaires étant déconnectée) et le système de régulation de vitesse étant en fonctionnement.

survitesse permanente: Elévation en état final stabilisé de la vitesse consécutif à un rejet de charge avec la régulation normale.

survitesse maximale: Elévation transitoire de la vitesse de la turbine consécutif à un rejet de charge avec la régulation de vitesse inopérante et le système de déclenchement opérationnel. La survitesse maximale nominale correspond au rejet de la charge nominale à la vitesse nominale.

3.5 Puissances

NOTE - Toutes ces puissances ou charges se réfèrent au fonctionnement de la turbine aux conditions terminales nominales sauf définition contraire.

puissance: Puissance fournie par la turbine ou par sa machine entraînée. Il convient que la définition indique la position de la mesure et toutes les déductions pour pertes ou entraînement des auxiliaires. (Egalement désignée par charge.)

puissance nette à l'accouplement: Puissance à l'accouplement de la turbine diminuée de la puissance fournie aux auxiliaires de la turbine s'ils sont entraînés séparément.

puissance à l'alternateur: Puissance aux bornes de l'alternateur après déduction des puissances de l'éventuelle excitation externe.

puissance maximale continue (PMC) (installation de production d'énergie): Puissance assignée à l'ensemble turbine-alternateur par le fournisseur, à laquelle le groupe peut être utilisé pendant un temps illimité, sans excéder la durée de vie spécifiée, avec des conditions terminales nominales. C'est la charge qui comportera normalement une garantie de consommation spécifique de chaleur. Les soupapes de réglage ne seront pas nécessairement ouvertes en grand. (Aussi appelée puissance nominale, ou charge nominale.)

puissance maximale continue (PMC) (installations autres que productrices d'énergie électrique): Puissance assignée à la turbine par le fournisseur à laquelle le groupe peut être utilisé pendant un temps illimité, sans excéder la durée de vie spécifiée, avec des conditions terminales nominales. C'est la charge qui comportera normalement une garantie de consommation spécifique de chaleur. Les soupapes de réglage ne seront pas nécessairement ouvertes en grand. La puissance doit être délivrée à l'accouplement de la turbine ou à l'accouplement de la machine entraînée selon ce qui a été convenu. (Aussi appelée puissance nominale ou charge nominale.)

capacité maximale: Puissance que la turbine peut produire avec les soupapes de réglage ouvertes en grand et les conditions terminales nominales. (Aussi appelée puissance à soupapes grandes ouvertes.)

capacité maximale en surcharge: Puissance maximale que l'unité peut produire avec les soupapes ouvertes en grand et avec les conditions terminales de vapeur spécifiées pour la surcharge, par exemple avec le réchauffeur final d'eau d'alimentation contourné ou avec une pression de vapeur à l'admission accrue.

temporary speed rise: The transient increase in turbine speed following a load rejection, with the speed governing system in operation. The rated temporary speed rise applies if the rated output is rejected at the rated speed.

maximum transient speed: Maximum rotational speed following rejection of maximum capability by disconnecting the generator from the electric system (with auxiliary supplies previously disconnected) and the speed governing (control) system in operation.

permanent speed rise: The final steady-state increase in turbine speed following a load rejection, with normal governor control.

maximum speed rise: The transient increase in turbine speed following a load rejection, with the speed governing system inoperative and the overspeed trip operative. The rated maximum speed rise applies if the rated output is rejected at rated speed.

3.5 Powers

NOTE - All these powers or outputs refer to operation of the turbine at rated terminal conditions (except where stated otherwise).

power: The power supplied by the turbine or its driven machine. The definition should state the position of measurement and any deductions for losses or auxiliary power. (Also referred to as output or load.)

net power at coupling: The power at the turbine coupling, less the power supplied to turbine auxiliaries if driven separately.

generator output: Power at the generator terminals, after the deduction of any external excitation power.

maximum continuous rating (MCR) (electrical generating set): The power output assigned to the turbine-generator by the supplier, at which the unit may be operated for an unlimited time, not exceeding the specified life, at the specified terminal conditions. This is the rating which will normally carry a guarantee of heat rate. The governing (control) valves will not necessarily be fully open. (Also referred to as rated output, rated power, or rated load.)

maximum continuous rating (MCR) (other than electrical generator drives): The power output assigned to the turbine by the supplier, at which the unit may be operated for an unlimited time, not exceeding the specified life, at the specified terminal conditions. This is the rating which will normally carry a guarantee of heat rate. The governing (control) valves will not necessarily be fully open. The power shall be that delivered at the turbine coupling, or the coupling of the driven machine, as may be agreed. (Also referred to as rated output, rated power, or rated load.)

maximum capability: The power output that the turbine can produce with the governing (control) valves fully open and at the specified terminal conditions. (Also referred to as valves-wide-open capability.)

maximum overload capability: The maximum power output that the unit can produce with the governing (control) valves fully open, and with the terminal conditions specified for overload, e.g. with final feed water heater bypassed, or with increased initial steam pressure.

puissance continue la plus économique (PCE): Puissance à laquelle est atteinte la plus basse consommation spécifique de chaleur ou de vapeur avec les conditions terminales spécifiées.

puissance électrique nette: Puissance en sortie d'alternateur (après déduction de la puissance d'excitation externe) moins la puissance des auxiliaires électriques.

puissance des auxiliaires électriques: Puissance absorbée par les auxiliaires de la turbine et de l'alternateur non entraînés par la turbine. Cela inclura normalement toute la puissance utilisée pour la régulation, le graissage, le refroidissement et les étanchéités de l'alternateur. Cela peut aussi inclure des auxiliaires additionnels comme les moteurs d'entraînement des pompes alimentaires de la chaudière. L'acheteur et le contractant conviendront des auxiliaires additionnels qu'il y a lieu d'inclure.

3.6 *Débit et consommation spécifique de vapeur*

débit de vapeur à l'admission: Débit de vapeur aux conditions à l'admission de la turbine, incluant toute vapeur fournie aux étanchéités, aux tiges de vannes, ou au piston d'équilibrage ou toute vapeur fournie aux auxiliaires de la centrale comme les turbines d'entraînement des pompes alimentaires de la chaudière, les échangeurs vapeur/vapeur, les éjecteurs, etc.

consommation spécifique de vapeur: Rapport du débit de vapeur à l'admission par la puissance délivrée.

3.7 *Consommation spécifique de chaleur*

(Voir également la CEI 953 où les définitions sont plus détaillées.)

consommation spécifique de chaleur: Rapport de la chaleur externe introduite dans le cycle à la puissance délivrée. C'est l'inverse du rendement thermique.

consommation spécifique de chaleur garantie: Consommation spécifique de chaleur sur laquelle une garantie ou une offre est basée pour une puissance définie dans les conditions terminales nominales et pour le cycle décrit en 19.1. Toutes hypothèses concernant des débits étrangers, appoints, apport ou extraction de chaleur, doivent être définies. Dans tous les cas, la formule utilisée pour établir la consommation spécifique de chaleur doit être précisée dans le contrat.

consommation spécifique de chaleur d'essai non corrigée: Consommation spécifique de chaleur obtenue en introduisant les résultats des essais dans la formule précisée dans le contrat.

consommation spécifique de chaleur entièrement corrigée: Consommation spécifique de chaleur qui aurait été réalisée durant les essais si les conditions terminales avaient été celles spécifiées, et si les auxiliaires de centrale hors de la responsabilité du fournisseur avaient eu des performances conformes à leurs garanties.

3.8 *Rendement*

rendement thermique: Inverse de la consommation spécifique de chaleur et, par suite, défini comme le rapport de la puissance délivrée à la chaleur externe introduite dans le cycle. S'il est garanti, la définition du rendement thermique doit être précisée dans le contrat.

most economical continuous rating (ECR): The output at which the minimum heat rate or steam rate is achieved at the specified terminal conditions.

net electrical power: The generator output (with external excitation power deducted) minus the electrical auxiliary power.

electrical auxiliary power: Power taken by turbine and generator auxiliaries not driven by the turbine. This will normally include all power used for control, lubrication, generator cooling and sealing. It may also include additional auxiliaries such as motor-driven boiler feed pumps. The purchaser and contractor should agree on which additional auxiliaries should be included.

3.6 *Steam flow rate and steam rate*

initial steam flow rate: The flow rate of steam at initial conditions to the turbine, including any steam supplied to valve stems, glands, or balance pistons, and any steam supplied to auxiliary plant such as boiler feed pump turbines, steam/steam reheaters, ejectors, etc.

steam rate: The ratio of initial steam flow rate to power output.

3.7 *Heat rates*

(See also IEC 953, where the definitions are given in greater detail)

heat rate: The ratio of external heat input to the cycle to power output. It is the reciprocal of thermal efficiency.

guarantee heat rate: The heat rate upon which the guarantee or offer is based for a stated output with the rated terminal conditions, and for the cycle described in 19.1. Any assumption with regard to extraneous flows, make-up, heat addition or removal, shall be stated. In all cases, the formula used to define the heat rate shall be stated in the contract.

uncorrected test heat rate: The heat rate obtained by inserting test results in the formula stated in the contract.

fully-corrected heat rate: The heat rate which would have been achieved during the test if the terminal conditions had been as specified, and all ancillary plant outside the supplier's responsibility had performed exactly in accordance with its guarantee.

3.8 *Efficiency*

thermal efficiency: The reciprocal of heat rate, and therefore defined as the ratio of power output to external heat input to the cycle. If guaranteed, the definition of thermal efficiency shall be stated in the contract.

3.9 Régime (ou mode) de fonctionnement

fonctionnement de base: Fonctionnement à la puissance maximale continue (PMC) ou à une forte fraction de celle-ci durant une période prolongée.

fonctionnement en deux postes: Fonctionnement à PMC ou à une forte fraction de celle-ci durant environ 16 h ou moins sur 24 h par jour, la turbine restant arrêtée le reste du temps.

fonctionnement en un poste: Fonctionnement à PMC ou à une forte fraction de celle-ci pendant environ 8 h sur 24 h par jour, la turbine restant arrêtée le reste du temps.

fonctionnement en cyclage de charge: Fonctionnement évoluant entre fort et faible niveaux de charge sur une base régulière.

fonctionnement en pointe: Fonctionnement à forte charge pendant des périodes courtes, généralement de 1 h à 3 h, lors des demandes de pointe. Le nombre de pointes par jour n'est pas impliqué. Le reste du temps est passé à l'arrêt.

NOTE - Bien que les définitions ci-dessus soient de nature générale, elles peuvent être rendues plus spécifiques en définissant si la turbine est ou non sujette à des arrêts périodiques qui peuvent généralement être caractérisés comme arrêt de 36 h ou arrêt de 48 h.

3.10 Méthode de variation de charge

fonctionnement à pression constante: Fonctionnement dans lequel la pression de vapeur à l'admission est maintenue sensiblement constante et où la charge est réduite en fermant graduellement les soupapes de réglage soit en parallèle (injection totale) ou en série (injection partielle).

fonctionnement à pression glissante: Fonctionnement dans lequel la charge est modifiée par variation de la pression de vapeur à l'admission; les soupapes de réglage, qui travaillent en parallèle, restent toutes en position grande ouverte.

fonctionnement en pression glissante modifiée: Fonctionnement dans lequel les variations de charge dans la plage de 100 % à environ 90 % de la puissance nominale sont réalisées en faisant agir toutes les soupapes de réglage en parallèle, les conditions de vapeur à l'admission restant constantes; au-dessous de 90 % de la puissance nominale, les variations de charge, lorsque c'est possible, sont réalisées par variation de la pression à l'admission, tandis que les soupapes de réglage restent au voisinage de la position correspondante à 90 % de la puissance.

fonctionnement hybride: Fonctionnement à injection partielle dans laquelle la charge est réduite, par une fermeture séquentielle des soupapes de réglage, à une valeur correspondant au nombre minimal autorisé de soupapes grandes ouvertes, la pression de vapeur à l'admission restant constante. Au-delà, la réduction de charge est réalisée par réduction des conditions de vapeur à l'admission tandis que les soupapes de réglage qui sont ouvertes restent, ou à peu près, à leur position grande ouverte.

réglage par laminage: Les soupapes de réglage évoluent en parallèle, ou à peu près; cela étant le mode normal de réglage d'une turbine à injection totale en fonctionnement à pression constante.

réglage par arcs successifs: Les soupapes de réglage se ferment en série; cela étant le mode normal de réglage d'une turbine à injection partielle en fonctionnement à pression constante.

3.9 *Operational regimes (modes)*

base-load operation: Operation at maximum continuous rating (MCR) or a high fraction of this throughout a prolonged period.

two-shift operation: Operation at MCR or a high fraction of this for about 16 h or less out of 24 h per day, the remaining time being shut down.

one-shift operation: Operation at MCR or a high fraction of this for about 8 h out of 24 h per day, the remaining time being shut down.

load cycling: Operation alternating between high and low levels of load on a regular basis.

peak-load operation: Operation at high load for short periods, typically 1 h to 3 h, at times of peak demand. The number of peaks per day is not implied. The remaining time is spent shut down.

NOTE - Although the above definitions are of a general nature, they may be made more specific by stating whether the turbine is or is not subject to periodic shutdown, which might typically be categorized as a 36 h shutdown or a 48 h shutdown.

3.10 *Methods of load variation*

constant-pressure operation: Operation in which the initial steam pressure is maintained sensibly constant, and where load is reduced by gradually closing the governing (control) valves either in parallel (full-arc admission) or in sequence (partial-arc admission).

sliding-pressure operation: Operation in which load is changed by variation of the initial steam pressure; the governing (control) valves, which operate in parallel, all remaining at their fully-open position.

modified sliding-pressure: Operation in which load changes in the range from 100 % to about 90 % of rated output are achieved by operating all the governing (control) valves in parallel, the initial steam pressure remaining constant; below about 90 % of rated output changes of load are, where practicable, achieved by variations of the initial steam pressure, while the governing (control) valves remain near the position corresponding to 90 % of rated output.

hybrid operation: Operation of a partial-arc admission machine in which load is reduced by sequential closing of the governing (control) valves to a value corresponding to the minimum allowable number of governing (control) valves remaining fully open, the initial steam pressure remaining constant; further reduction of load is achieved by reduction in initial steam pressure while those governing (control) valves are open remain at or near their fully-open position.

throttle governing: The governing (control) valves operate in parallel, or nearly so, this being the normal control mode of a full-arc admission turbine in constant-pressure operation.

nozzle governing: The governing (control) valves close in sequence, this being the normal control mode of a partial-arc admission turbine in constant-pressure operation.

3.11 *Durée de fonctionnement*

âge calendaire: Temps total de vie de la centrale exprimé en mois ou années, compté depuis le premier couplage.

heures de fonctionnement: Nombre d'heures pendant lequel la machine a été en charge.

3.12 *Régulation - protection*

système de régulation: Combinaison de dispositifs et de mécanismes qui convertissent le signal de régulation en positions de soupapes d'une manière caractéristique. Cela comprend le régulateur de vitesse, le mécanisme de réglage de vitesse, le dispositif de prise de vitesse (changement de vitesse), les systèmes de baisse de charge et tout dispositif de manoeuvre de la robinetterie de la vapeur.

système de protection du groupe turbine-alternateur: Système global prévu pour protéger le groupe turbine-alternateur de défauts en lui-même ou ailleurs dans le système de transmission électrique.

condition stable: Condition qui a des valeurs moyennes constantes de vitesse et de charge avec des déviations aléatoires limitées.

fonctionnement stable: Un système est dit être stable s'il parvient à une condition stable après une perturbation de vitesse ou de charge.

statisme global (ou en état stabilisé): Taux de variation de vitesse stabilisée, exprimée en pourcentage de la vitesse nominale quand la charge d'un groupe isolé passe de la charge nominale à la charge nulle, avec une consigne identique donnée au système de régulation en supposant une insensibilité nulle.

statisme local: Taux de variation relative de la vitesse stabilisée ramenée à la variation relative de puissance correspondante pour une vitesse et une charge stabilisées et en supposant une insensibilité nulle. C'est la pente de la tangente à la courbe de la vitesse stabilisée en fonction de la charge pour la charge considérée.

insensibilité du système de régulation de vitesse (ou bande morte): Amplitude totale de la variation de vitesse stabilisée, exprimée en pourcentage de la vitesse nominale, dont il ne résulte pas de variation de position des soupapes de réglage. La bande morte est une mesure de la sensibilité du système.

imprécision maximale de charge ou non-linéarité: Déviation maximale de la charge, exprimée en pourcentage de la charge nominale, sur la courbe charge/vitesse par rapport à la ligne droite correspondant au statisme global lorsque le système fonctionne dans des conditions définies d'environnement des équipements de régulation (c'est-à-dire température, humidité) et d'alimentation en puissance (c'est-à-dire tension, pression d'huile).

stabilité du régulateur à l'environnement: Variation de charge, exprimée en pourcentage de la charge nominale, résultant d'une variation donnée de l'une quelconque des variables indépendantes autre que le point de consigne et la vitesse. De telles variables sont: temps écoulé, température, vibration, pression barométrique, tension d'alimentation et fréquence.

3.11 *Operational life*

calendar age: The total elapsed life of the plant, expressed in months or years, measured from first synchronization.

running hours: The number of hours during which the machine has been on load.

3.12 *Control and protection*

governing system: The combination of devices and mechanisms which convert control signals into valve positions in a characteristic manner. This includes the speed governor, the speed control mechanism, the speeder device (speed changer), the unloading systems and any steam valve operating devices.

turbine-generator protection system: The overall system provided to protect the turbine-generator from faults within itself or elsewhere in the electrical transmission system.

steady-state condition: A condition which has constant mean values of speed and load with limited random deviations.

stable operation: A system is said to be stable if it achieves a steady-state condition following a speed or load disturbance.

steady-state regulation (speed governing droop): Steady-state speed change expressed as a percentage of rated speed, when the load of an isolated unit is changed between rated load and zero load, with identical setting of the speed governing (control) system, assuming zero dead band.

steady-state incremental speed regulation (incremental speed droop): The rate of change of the steady-state speed with respect to load at a given steady-state speed and load, assuming zero dead band. The value is the slope of the tangent to the steady-state speed/load curve at the load under consideration.

dead band of the speed governing (control) system: The total magnitude of the change in steady-state speed (expressed as a percentage of rated speed) within which there is no resultant change in the position of the governing (control) valves. The dead band is a measure of the sensitivity of the system.

maximum load inaccuracy or non-linearity: The maximum deviation in load, expressed as a percentage of rated load, of the load-speed curve from the straight line corresponding to the overall speed droop, when operating under defined conditions of control equipment environment (e.g. temperature, humidity) and power supply (e.g. voltage, oil pressure).

governor environmental stability: The change in load, expressed as a percentage of rated load, resulting from a given change of any independent variable other than set point or speed. Such variables are lapsed time, temperature, vibration, barometric pressure, supply voltage and frequency.

stabilité à court terme: Variation de la charge, exprimée en pourcentage de la charge nominale, demandée pour tout point de consigne et vitesse fixés pendant toute période de 30 min pendant laquelle les conditions ambiantes se trouvent à l'intérieur de l'enveloppe définie.

stabilité à long terme: Variation de la charge moyenne, exprimée en pourcentage de la charge nominale, demandée pour un point de consigne et une vitesse fixés entre deux périodes de 30 min à un intervalle de 12 mois. Pour les deux périodes d'essai les conditions ambiantes doivent être à l'intérieur de l'enveloppe définie mais pas nécessairement être étroitement similaires.

4 Garanties

4.1 Généralités

Des garanties de différentes sortes peuvent être exprimées dans le contrat, par exemple, sur le rendement, les consommations spécifiques de chaleur (ou de vapeur), la puissance fournie, ou la puissance absorbée par les auxiliaires. Des garanties peuvent aussi être demandées pour des caractéristiques comme les fonctions de régulation, le niveau de vibration ou le bruit.

Toutes ces garanties, avec leurs dispositions, doivent être définies et exprimées complètement et sans ambiguïté.

4.2 Rendement thermique de la tranche ou consommation spécifique de chaleur ou de vapeur

La consommation spécifique de chaleur (ou de vapeur) est donnée dans l'hypothèse que les essais de réception seront en accord avec les dispositions de la CEI 953, y compris les nécessités d'accord sur les procédures de correction. Le contrat doit préciser si la CEI 953-1 ou la CEI 953-2 sera utilisée. La garantie de consommation spécifique de chaleur ou de vapeur ou de rendement de la tranche peut, par exemple, être restreinte à une charge spécifiée ou à leurs valeurs pondérées à une série de charges, en accord avec les termes du contrat.

Quand les réchauffeurs d'eau d'alimentation ne sont pas inclus dans le contrat du fournisseur de la turbine, l'acheteur devra, de préférence, fournir avec sa spécification un diagramme du système de réchauffage de l'eau alimentaire avec les informations suffisantes pour permettre de formuler les garanties de consommation spécifique de chaleur de la tranche complète. En variante, le fournisseur doit préciser dans son offre, le nombre et la distribution des réchauffeurs d'eau d'alimentation, les écarts terminaux de la température des réchauffeurs, et les pertes de pressions entre la turbine et les réchauffeurs qui ont été utilisés dans l'expression de la garantie.

Des démarches similaires doivent être suivies pour les turbines en vapeur humide quand, soit les séparateurs d'humidité, soit les surchauffeurs, soit les deux, ne sont pas compris dans le contrat de la turbine.

Quand les réchauffeurs d'eau d'alimentation sont inclus, les exigences de l'article 19 doivent également être appliquées.

short-term stability: The change in demanded load, expressed as a percentage of rated load, for any fixed set point and speed over any period of 30 min for which the ambient conditions are within the defined envelope.

long-term stability: The change in average demanded load, expressed as a percentage of rated load, for fixed set point and speed between two periods of 30 min at an interval of 12 months. For both test periods the ambient conditions should be within the required envelope, but may not necessarily be closely similar.

4 Guarantees

4.1 General

Guarantees of several kinds may be stated in the contract, for example on efficiency, heat (or steam) rate, output, or auxiliary power. Guarantees may also be required for characteristics such as governing (control) system functions, vibration level or noise.

All guarantees with their provisions shall be stated and formulated completely and without ambiguity.

4.2 Turbine plant thermal efficiency or heat rate or steam rate

The guaranteed heat (or steam) rate is given on the assumption that the acceptance tests shall be in accordance with the provisions of IEC 953, including the need for agreement of correction procedures. The contract shall state whether IEC 953-1 or IEC 953-2 will be used. The turbine plant thermal efficiency or heat rate or steam rate guarantee may, for example, be confined to one specified load or to their weighted values at a series of loads, in accordance with the terms of the contract.

Where the regenerative feed water heaters are not included in the turbine supplier's contract, the purchaser shall preferably supply with his specification a diagram of the feed water heating system with sufficient information to enable the heat rate guarantees of the complete set to be formulated. Alternatively, the supplier shall state in his tender the number and distribution of the feed water heaters, the feed water heater terminal temperature differences, and the pressure differences between the turbine and the heaters, which have been used in formulating the guarantee.

Similar steps shall be taken in wet-steam turbines where either the moisture separators, or the reheaters, or both, are not included in the turbine contract.

Where regenerative feed water heaters are included, the requirements in clause 19 shall also be applied.

On doit donner, au fournisseur de la turbine, l'occasion soit d'ajuster sa garantie contractuelle, si les performances des matériels qui ne sont pas de sa fourniture, tels que réchauffeurs, vannes, tuyauteries ou pompes, diffèrent de celles sur lesquelles est basée sa garantie, soit d'appliquer les corrections agréées aux résultats des essais de réception thermiques.

4.3 *Puissance ou débit de vapeur*

La turbine doit faire la preuve qu'elle fournit sa puissance nominale, ou, en variante, qu'elle est capable de fournir son débit de vapeur nominal, quand les conditions terminales sont celles spécifiées au contrat. Les essais doivent être réalisés en accord avec les dispositions de la CEI 953.

4.4 *Puissance des auxiliaires de la tranche*

Si une garantie est donnée sur la puissance consommée par les auxiliaires de la tranche tournant constamment, une liste de ces matériels doit avoir été convenue. La consommation de puissance de chacun de ces matériels doit être, soit mesurée quand la turbine est à la puissance spécifiée avec les conditions terminales spécifiées, soit être convenue entre l'acheteur et le fournisseur.

4.5 *Tables de vapeur*

Les tables de vapeur ou les formules à utiliser pour les garanties et le calcul des résultats d'essais doivent être conformes aux Tables Cadres Internationales établies lors de la sixième Conférence Internationale sur les Propriétés de la Vapeur (CIPV) en 1963, et doivent, de préférence, être basées sur les formules établies pour l'utilisation industrielle par le Comité International de Formulation (CIF) de 1967, et qui ont été approuvées au septième CIPV en 1968.

Elles doivent être convenues entre l'acheteur et le fournisseur et doivent être définies dans le contrat.

4.6 *Tolérances*

Les tolérances commerciales sortent du domaine de cette partie.

4.7 *Vieillessement*

Toute autorisation de prendre en compte les effets sur la consommation spécifique de chaleur ou le rendement thermique dus au temps écoulé depuis le premier couplage sur le réseau doit faire l'objet d'un accord préalable entre l'acheteur et le fournisseur, et doit être en accord avec les dispositions de la CEI 953-2.

5 *Régulation*

5.1 *Système de régulation*

5.1.1 Le système de régulation de la turbine doit être capable de contrôler la vitesse en partant de l'arrêt. Cette commande peut être manuelle ou autre.

The turbine supplier shall be given the opportunity either of adjusting his guarantee in the contract stage, should the performance of plant not in his supply, such as heaters, valves, piping, or pumps, differ from that on which his guarantee was based, or of applying agreed corrections to the thermal acceptance test results.

4.3 *Output or steam flow capacity*

The turbine shall be demonstrated to provide its rated output, or alternatively its rated steam flow capacity, when the terminal conditions are as specified in the contract. The test shall be carried out in accordance with the provisions of IEC 953.

4.4 *Auxiliary plant power*

If a guarantee is given on the power consumption of continuously running auxiliary plant, a list of such plant items shall be agreed. The power consumption of each such item shall be either measured when the turbine is at specified output and specified terminal conditions or agreed between the purchaser and the supplier.

4.5 *Steam tables*

The steam tables or formulation to be used for the guarantees and the computation of test results shall be consistent with the International Skeleton Tables established at the Sixth International Conference on the Properties of Steam (ICPS) in 1963, and should preferably be based on the 1967 International Formulation Committee (IFC) Formulation for Industrial Use that was approved at the seventh ICPS in 1968.

They shall be agreed upon by the purchaser and the supplier, and shall be stated in the contract.

4.6 *Tolerances*

Commercial tolerances are not within the scope of this part.

4.7 *Ageing*

Any allowance to be made for the effect on the corrected test heat rate, steam rate or thermal efficiency due to lapse of time since first synchronization shall be made with prior agreement between purchaser and supplier, and shall be in accordance with the provisions of IEC 953-2.

5 **Governing (control)**

5.1 *Governing (control) system*

5.1.1 The turbine governing (control) system shall be capable of controlling the speed from standstill upwards. This control may be manual or otherwise.

5.1.2 Pour les turbines entraînant un alternateur, le système de régulation de la turbine doit aussi être capable de contrôler:

- a) la vitesse à toute charge de la marche à vide à la pleine charge incluse, d'une manière stable quand l'alternateur fonctionne isolément;
- b) l'énergie débitée sur le réseau interconnecté, d'une manière stable quand l'alternateur fonctionne en parallèle avec d'autres alternateurs (voir 6.1.1).

5.1.3 Le régulateur et son système doivent être construits de telle sorte qu'une panne d'un composant quelconque ne puisse empêcher la turbine d'être arrêtée d'une manière sûre.

5.1.4 Si le système de régulation est du type électrohydraulique, les équipements électroniques doivent, en outre, satisfaire aux dispositions spécifiées à l'annexe A.

5.1.5 Le régulateur et le dispositif actionnant les vannes de vapeur doivent être conçus de manière telle que la perte de toute charge jusqu'au maximum qu'on peut obtenir sous les conditions nominales ou les conditions anormales spécifiées en 6.3.1, ne conduise pas à des survitesses transitoires causant le déclenchement de la turbine.

5.2 *Ajustement de la vitesse et de la charge*

Sauf indication contraire dans le contrat, la turbine étant à charge nulle, sa vitesse doit être ajustable comme suit:

- lorsqu'elle entraîne un alternateur, au moins dans une plage de 5 % au-dessous à 5 % au-dessus de la vitesse nominale;
- lorsqu'elle entraîne une charge mécanique, dans une plage qui doit être convenue.

Le temps minimal requis pour que le dispositif d'ajustement de la vitesse et de la charge change son point de consigne de zéro à la charge nominale à la vitesse nominale ne doit normalement pas dépasser 50 s, mais peut faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur. Des moyens doivent être prévus pour l'ajustement des points de consignes.

5.3 *Caractéristiques du régulateur*

Les caractéristiques du statisme et de l'insensibilité exigées pour les systèmes de régulation mécanique et électrohydraulique sont celles qui sont exprimées dans le tableau 1.

Les valeurs numériques sont données à titre indicatif. Il convient d'apporter des considérations particulières pour les besoins des turbines industrielles et pour les turbines de production d'énergie électrique dont la puissance nominale dépasse 5 % de la capacité du réseau.

5.4 *Essai des vannes*

Pour les turbines de type industriel, et pour les turbines n'ayant qu'une seule vanne d'arrêt ou soupape de réglage, ou bien lorsque les soupapes de réglage sont manoeuvrées par un seul servomoteur, des moyens doivent être prévus par lesquels les vannes d'arrêt et soupapes de réglage peuvent être partiellement déplacées pour contrôler leur liberté de mouvement sans interrompre le fonctionnement de la turbine.

5.1.2 For turbines driving a generator, the turbine governing (control) system shall also be capable of controlling:

- a) speed at all loads between no-load and full load inclusive, in a stable manner when the generator is operated isolated;
- b) the energy input to the interconnected system, in a stable manner, when the generator is operating in parallel with other generators (see 6.1.1).

5.1.3 The governor and its system shall be so constructed that failure of any component will not prevent the turbine from being safely shut down.

5.1.4 If the governing (control) system is of the electro-hydraulic type, then the electronic equipment additionally shall comply with the requirements specified in annex A.

5.1.5 The governor and the steam valve operating device shall be so designed that the instantaneous loss of any load up to the maximum obtainable under rated conditions or the abnormal conditions specified in 6.3.1 shall not lead to transient overspeed sufficient to cause the turbine to trip.

5.2 *Speed and load adjustments*

Unless otherwise stated in the contract, when operating at zero load, the speed of the turbine shall be adjustable as follows:

- when driving a generator, within at least the range from 5 % below to 5 % above rated speed;
- when driving a mechanical load, within the range to be agreed.

The minimum time required for speed and load adjusting devices to change the set point from zero to rated load at rated speed shall not normally exceed 50 s, but may be agreed between purchaser and supplier. Means shall be provided for adjustment of the set points.

5.3 *Governor characteristics*

The speed droop and deadband characteristics required for mechanical and electro-hydraulic governing systems are as required by table 1.

Numerical values are given for guidance. Special consideration shall be given to the needs of industrial turbines and for turbines for generating purposes where the rated output is more than 5 % of the system capacity.

5.4 *Valve testing*

For industrial type turbines, and for those turbines which have a single stop valve or governing valve, or where the governing valves are operated by a single actuator, means shall be provided whereby the emergency and governing valves may be partially stroked to check freedom of movement, without interrupting operation of the turbine.

Pour les autres types de turbines, le système de régulation doit être pourvu de moyens d'essais en marche, de fermeture complète de chacune, à leur tour, des vannes et soupapes spécifiées en 7.5.

Le fournisseur doit préciser l'étendue des réductions de puissance qui en découlent.

5.5 *Déclenchement par survitesse (régulateur de sécurité)*

5.5.1 Outre le régulateur de vitesse, la turbine et l'alternateur doivent être protégés contre les survitesses excessives par un système de protection à action séparée et occasionnant le déclenchement.

Le déclenchement par survitesse doit fonctionner normalement à une vitesse excédant de 10 % la vitesse nominale avec une tolérance de 1 % dans toutes les directions (c'est-à-dire à une vitesse ni supérieure à 11 % ni inférieure à 9 % au-delà de la vitesse nominale).

Dans des circonstances exceptionnelles (par exemple, pour être conforme aux exigences de 5.1.5) et après accord, il peut être nécessaire de prévoir un réglage du déclenchement de survitesse à une valeur supérieure à 10 % (avec la tolérance de 1 % au-dessus et au-dessous de la valeur choisie). Dans tous les cas, si le régulateur de vitesse devenait défaillant lors d'un rejet soudain de charge, le déclenchement par survitesse devrait intervenir à une vitesse suffisamment basse pour limiter la survitesse maximale à une valeur sans danger, c'est-à-dire qui évite tout dommage à toute partie de la turbine ou des machines entraînées, ou à tous moteurs électriques qui resteraient couplés à l'alternateur après le rejet de charge ainsi qu'aux équipements qu'ils entraînent. La valeur de réglage des déclenchements de survitesse doit être précisée par le fournisseur dans les guides d'utilisation.

5.5.2 Pour les turbines industrielles et autres petites turbines, un système de déclenchement par survitesse doit être prévu, indépendamment du régulateur, et dont le fonctionnement ferme les vannes d'arrêt et les soupapes de réglage.

5.5.3 Pour tous les autres types de turbines, au moins deux dispositifs entièrement séparés, de déclenchement par survitesse, doivent être prévus, fonctionnant indépendamment du régulateur; le fonctionnement de l'un d'entre eux doit entraîner la fermeture de toutes les vannes d'arrêts et soupapes de réglage.

Il doit être possible, pendant que le groupe est à la vitesse nominale, de démontrer le fonctionnement correct de chacun des dispositifs de déclenchement par survitesse, tandis que le groupe reste sous la protection de l'autre dispositif et sans affecter la position des vannes et soupapes principales. Des moyens doivent être prévus pour que, lors des essais de bon fonctionnement d'un dispositif de déclenchement par survitesse, il ne soit pas possible de bloquer ou de gêner le second dispositif, s'il est sollicité.

5.5.4 Pour les turbines industrielles, le système de déclenchement par survitesse doit être capable d'être réarmé sans arrêter la turbine.

5.5.5 Pour les autres types de turbines, le mécanisme de déclenchement par survitesse doit pouvoir être réarmé quand la vitesse de la turbine a décliné à une vitesse non inférieure à la vitesse nominale.

For other types of turbine, the control gear shall be provided with means of full-closure on-load testing of any of the valves specified in 7.5 in turn.

The supplier shall state the extent of any output restriction involved.

5.5 *Overspeed trip (emergency governor)*

5.5.1 In addition to the speed governor, the turbine and generator shall be protected against excessive overspeed by a separately actuated overspeed protection system which operates the trip.

The overspeed trip shall operate normally at a speed of 10 % in excess of rated speed, with a tolerance of 1 % of rated speed in each direction (i.e. at a speed not more than 11 % nor less than 9 % in excess of rated speed).

In exceptional circumstances (for example, in order to conform to the requirements of 5.1.5), and by agreement, it may be necessary to provide a normal trip setting above 10 % (with the 1 % tolerance above and below the selected figure). In any case, should the speed governor fail in the event of a sudden load rejection, the overspeed trip should operate at a speed which is sufficiently low to limit the maximum overspeed to a safe value, i.e. to prevent any damage to any part of the turbine or driven machinery; or to any electric motors which may remain connected to the generator following load rejection, and to the equipment which they drive. The overspeed trip settings shall be stated by the supplier in the operating instructions.

5.5.2 For industrial and other small turbines, an overspeed trip system shall be provided, independent of the governor, the operation of which shall close the emergency stop valves and governing valves.

5.5.3 For all other types of turbine, at least two entirely separate overspeed trip devices shall be provided, functionally independent of the governor, the operation of either of which shall close all the emergency stop valves and governing valves.

It shall be possible, while the set is in operation at rated speed, to demonstrate the correct functioning of each of the overspeed trip devices while the set is protected by the second device against overspeed, and without affecting the position of the main steam valves. Means shall be provided so that, when one of the overspeed devices is being tested for correct functioning, it shall not be possible to block or impede the second device from operation if called upon.

5.5.4 For industrial type turbines, the overspeed trip system shall be capable of being reset without stopping the turbine.

5.5.5 For all other types of turbine, the overspeed trip mechanism shall be capable of being reset when the turbine speed has decreased to a speed not lower than the rated speed.

Tableau 1 – Statisme et bande morte du régulateur

Type de régulateur	Mécanique			Electro-hydraulique		
	Inférieur à 20	20 à 150	Supérieur à 150	Inférieur à 20	20 à 150	Supérieur à 150
PMC de la turbine, MW						
Statisme global, %	← 3 à 5 →					
Statisme instantané, % { a) plage (0 à 0,9) x PMC { b) plage (0,9 à 1,0) x PMC	} Maximum = pas de limite et Minimum = 0,4 x statisme global			a) 3 à 8 b) Pas supérieur à 12		
Statisme instantané moyen dans la plage 0,9 PMC à PMC*, %	← Pas supérieur à 15 →			← Pas supérieur à 10 →		
Insensibilité, % vitesse nominale	0,40	0,20	0,10	0,15	0,10	0,06

* Pour des turbines à réglage par laminage à injection partielle, la valeur moyenne de statisme dans la plage de 90 % à 100 % de la puissance réglée par tout groupe de soupapes de réglage, autre que la dernière, ne doit pas dépasser trois fois le statisme global.

6 Fonctionnement et entretien

6.1 Fonctionnement normal

6.1.1 En fonctionnement normal, les caractéristiques de la turbine doivent être telles que la turbine et la machine entraînée puissent tourner en parallèle avec toutes les machines existantes pourvu que ces dernières puissent déjà fonctionner en parallèle entre elles et ne possèdent pas de caractéristiques anormales, soit individuellement, soit collectivement.

6.1.2 Les démarrages des turbines à vapeur surchauffée peuvent être classés dans diverses catégories selon les conditions thermiques de la turbine dans le temps. Les vrais critères de décision sont les températures de métal auxquelles se sont refroidis les différents composants (comme l'enveloppe interne HP); mais il est également habituel de classer les démarrages en termes de temps écoulé depuis le fonctionnement précédent; les valeurs qui suivent donnent les corrélations typiques et peuvent être prises à titre indicatif.

Les catégories typiques de démarrages sont:

- a) démarrage à froid, après une période d'arrêt dépassant 72 h (températures du métal exprimées en °C approximativement à 40 % de leurs valeurs à pleine charge);
- b) démarrage à tiède, après une période d'arrêt comprise entre 10 h et 72 h (températures du métal approximativement entre 40 % et 80 % de leurs valeurs à pleine charge);
- c) démarrage à chaud, après une période d'arrêt de moins de 10 h (températures du métal approximativement au-dessus de 80 % de leurs valeurs à pleine charge);
- d) démarrage très chaud, environ 1 h après le déclenchement (températures du métal à ou voisines de leurs valeurs à pleine charge).

Table 1 – Governor droop and deadband characteristics

Governor type	Mechanical			Electrohydraulic			
	Turbine MCR, MW	Up to 20	20 to 150	Over 150	Up to 20	20 to 150	Over 150
Overall droop, %	← 3 to 5 →						
Incremental droop, %	a) range (0 to 0,9) x MCR b) range (0,9 to 1,0) x MCR	Maximum= No limit and Minimum = 0,4 x overall droop			a) 3 to 8 b) Not greater than 12		
Average incremental droop over the range 0,9 MCR to MCR*, %	← Not greater than 15 →			← Not greater than 10 →			
Deadband, % of rated speed	0,40	0,20	0,10	0,15	0,10	0,06	

* For nozzle governed (controlled) turbines employing partial arc admission, the average value of droop over the range 90 % to 100 % of the output controlled by any nozzle group governing valve, other than the last, shall not exceed three times the overall droop.

6 Operation and maintenance

6.1 Normal operation

6.1.1 For normal operation, the characteristics of the turbine shall be such that the turbine and driven machine can be run in parallel with any existing machines provided the latter can run correctly in parallel with each other and possess no abnormal features either individually or collectively.

6.1.2 Start-ups of superheat turbines can be classified into various categories according to the thermal condition of the turbine at the time. The true ruling criteria are the metal temperatures to which the various components (such as the HP inner casing) have cooled, but it is also usual to classify the starts in terms of the elapsed time after previous operation; the features which follow give typical correlations, and may be taken for guidance.

Typical start-up categories are:

- a) cold start, after a shut-down period exceeding 72 h (metal temperatures below approximately 40 % of their fully-load values in °C);
- b) warm start, after a shut-down period of between 10 h and 72 h (metal temperatures between approximately 40 % and 80 % of their full-load values in °C);
- c) hot start, after a shut-down period of less than 10 h (metal temperatures above approximately 80 % of their full-load values in °C);
- d) very hot restart, within 1 h after a unit trip (metal temperatures at or near their full-load values).

6.1.3 L'acheteur doit spécifier les astreintes suivantes pour lesquelles la turbine doit être conçue:

a) le nombre de démarrages de chaque catégorie ci-dessus;

NOTE - En l'absence d'exigences de l'acheteur à ce sujet, le fournisseur doit préciser les nombres de démarrages de chaque catégorie pour lesquels la turbine est prévue. Pour une turbine dont on prévoit un fonctionnement avec arrêts journaliers en fin de carrière, l'exigence typique peut être:

- 100 démarrages à froid;
- 700 démarrages à tiède;
- 3 000 démarrages à chaud;

b) le nombre de cycles de grande amplitude de charge;

c) le taux de variation de charge exigé pour chaque classe de cycle de charge significatif, tenant compte de toutes les limitations dans les autres parties de la centrale, tel que le générateur de vapeur.

NOTE - Le taux de variation de charge permis, et le caractère significatif d'un cycle de charge, sont en relation avec les caractéristiques du générateur de vapeur (voir 6.1.4) et avec le mode de fonctionnement de la turbine pendant chaque variation de charge (c'est-à-dire réglage par soupapes en parallèle ou en série) aussi bien qu'avec la conception particulière de la turbine. Les changements rapides de la température de la vapeur dans la turbine, qui peuvent dépendre de tous ces facteurs pendant les variations de charge, peuvent conduire à des contraintes thermiques élevées indésirables dans certains composants et de là, à une réduction excessive de leur durée de vie.

Outre les cycles de charge importants définis, des variations mineures par rapport aux conditions stables (c'est-à-dire des évolutions de moins de 10 % de PMC) peuvent être acceptées et n'ont pas besoin d'être précisées.

6.1.4 L'acheteur doit fournir, de bonne foi, les caractéristiques du générateur de vapeur, y compris les variations des pressions et des températures à l'admission et à la resurchauffe en fonction du débit de vapeur pour toutes les catégories de démarrages, de cyclage de charge et de régimes d'arrêt envisagés.

6.1.5 L'acheteur doit spécifier si un système de contournement (by-pass) doit être utilisé et dans ce cas, il doit indiquer sa fonction, les conditions de vapeur et de débit nominaux, et par qui il doit être fourni.

6.1.6 L'acheteur doit aussi spécifier les paramètres des vapeurs disponibles en provenance de sources auxiliaires.

6.2 *Limites de variation des conditions nominales*

La turbine doit être capable d'accepter des variations autour des conditions nominales dans les limites définies ci-dessous:

a) *Pression à l'admission*

La pression moyenne à l'admission de la turbine, mesurée pendant 12 mois de fonctionnement, ne doit pas dépasser la pression nominale. En maintenant cette moyenne, la pression ne doit pas dépasser 105 % de la pression nominale. Au-delà, des sauts accidentels n'excédant pas 120 % de la pression nominale sont autorisés, pourvu que la durée cumulée de ces sauts pendant toute la période de fonctionnement de 12 mois n'excède pas 12 h (mais voir la note en fin de 6.2).

NOTE - Voir la définition des conditions nominales de vapeur en 3.3.

6.1.3 The purchaser shall specify the following duties for which the turbine shall be designed:

a) the number of starts in each of the above categories;

NOTE - In the absence of the purchaser's requirements in this respect, the supplier shall state the number of each type of start for which the turbine is designed. A schedule, typical of a turbine intended for ultimate two-shift operation, may include:

- 100 cold starts;
- 700 warm starts;
- 3 000 hot starts.

b) the number of major load cycles;

c) the rate of load change required for each class of significant load cycle, taking into account any limitations in other parts of the plant, such as the steam generator.

NOTE - The permitted rate of load change, and the significance of a load cycle, are related to the characteristics of the steam generator (see 6.1.4) and to the mode of turbine operation during each load change (i.e. throttle-governing (control) or nozzle-governing (control), as well as to the particular turbine design. Rapid changes of steam temperature within the turbine, which during load changes can depend on all of these factors, may lead to undesirably high thermal stresses in some components, and hence to excessive reduction in their life.

In addition to the major load cycles defined, further minor variations from stable conditions (i.e. increments of less than 10 % of MCR) may be accepted, and these need not be stated.

6.1.4 The purchaser shall provide, bona fide, the characteristics of the steam generator, to include the variation in pressure and initial and reheat temperatures with steam flow rate, for all of the start categories, load cycles and shutdown regimes envisaged.

6.1.5 The purchaser shall specify whether a turbine by-pass system is to be employed and if so shall state its duties, steam conditions and flow rates, and by whom it shall be supplied.

6.1.6 The purchaser shall also specify the parameters of steam available from auxiliary sources.

6.2 *Limits of variation of rated conditions*

The turbine shall be capable of accepting variations from the rated conditions within the limits stated below:

a) *Initial pressure*

The average initial pressure at the turbine inlet over any 12 months of operation shall not exceed the rated pressure. In maintaining this average, the pressure shall not exceed 105 % of the rated pressure. Further accidental swings not exceeding 120 % of the rated pressure are permitted, provided that the aggregate duration of such swings over any 12 months of operation does not exceed 12 h (but see note at the end of 6.2).

NOTE - See definition of rated steam conditions in 3.3.

Une montée de la pression à l'admission permettra à la turbine de fournir une puissance supérieure à sa puissance nominale, à moins qu'une action ne soit menée grâce au système de régulation pour réduire le débit de vapeur. L'alternateur et les équipements électriques associés peuvent être incapables d'accepter une telle puissance additionnelle et des contraintes indésirables peuvent aussi être imposées à la turbine; l'acheteur doit donc prévoir des moyens de protection sensibles à la charge pour limiter la puissance fournie par la turbine dans de telles circonstances.

L'acheteur doit prévoir des moyens assurant que la pression à l'échappement de la turbine avant resurchauffe ne puisse dépasser 125 % de la pression spécifiée en ce point quand la turbine est en fonctionnement à sa charge nominale.

b) Température à l'admission et à la resurchauffe (selon le cas)

Pour les températures de vapeur nominale jusqu'à 566 °C inclus, les variations admissibles sont définies dans les paragraphes suivants. Pour les températures de vapeur nominales supérieures à 566 °C, les variations admissibles doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

La moyenne des températures de vapeur à toute entrée dans la turbine pour chaque 12 mois de fonctionnement ne doit pas dépasser la température nominale. En maintenant cette moyenne la température ne doit pas excéder la température nominale de plus de 8 K. Si, exceptionnellement, la température dépasse la température nominale de plus de 8 K, la valeur instantanée de la température peut varier entre ce chiffre et une valeur de 14 K au-dessus de la température nominale pourvu que la durée totale de fonctionnement entre ces deux limites ne dépasse pas 400 h durant toute période de fonctionnement de 12 mois. Un fonctionnement entre les limites de 14 K et 28 K au-delà de la température nominale peut être autorisé pour des sauts brefs de 15 min ou moins, pourvu que la durée totale de fonctionnement entre ces deux températures n'excède pas 80 h durant toute période de fonctionnement de 12 mois. En aucun cas la température ne doit excéder la température nominale de plus de 28 K (mais voir la note en fin de 6.2).

Si de la vapeur était fournie en un point quelconque de la turbine à travers deux ou plusieurs conduites parallèles, il conviendrait que la température de la vapeur d'eau de l'une de ces conduites ne diffère pas de plus de 17 K de celle de l'une des autres conduites. Toutefois, une différence de température ne dépassant pas 28 K doit être permise lors de fluctuations ne dépassant pas une durée de 15 min pour toute période de 4 h. La température de la vapeur de la conduite la plus chaude ne doit pas dépasser les limites indiquées dans l'alinéa précédent.

c) Pression à l'échappement des turbines à contrepression

La pression moyenne à l'échappement ne doit pas dépasser la pression de vapeur spécifiée à l'échappement pendant toute la période de fonctionnement de 12 mois.

En maintenant cette moyenne, la pression absolue d'échappement ne doit pas dépasser la pression nominale de plus de 10 % ni descendre de plus de 20 % au-dessous.

d) Pression à l'échappement de turbine à condensation

La turbine doit être capable de fonctionner avec toute variation de pression à l'échappement issue de la plage de températures et de débits d'eau de circulation spécifiées ou, en variante, dans la plage de pression à l'échappement spécifiée. Le fournisseur doit déclarer toutes limitations à ce sujet.

An increase in initial pressure will normally permit the turbine to generate power in excess of its normal rating, unless action is taken through the control system to restrict the steam flow rate. The generator and associated electrical equipment may be unable to accept such additional output, and undesirable stresses may also be imposed on the turbine; the purchaser shall accordingly provide load-responsive protective means to limit the turbine output under such circumstances.

The purchaser shall provide means to ensure that the turbine exhaust pressure before the reheater cannot exceed 125 % of the specified pressure at this point when the turbine is operating at its rated output.

b) *Initial, and where applicable, reheat temperature*

For rated steam temperatures up to and including 566 °C, the permissible variations are as stated in the succeeding paragraphs. For rated temperatures in excess of 566 °C, the permissible variations shall be the subject of agreement between the purchaser and the supplier.

The average steam temperature at any inlet to the turbine over any 12 months of operation shall not exceed the rated temperature. In maintaining this average, the temperature shall not normally exceed the rated temperature by more than 8 K. If, exceptionally, the temperature exceeds the rated temperature by more than 8 K, the instantaneous value of the temperature may vary between this figure and a value of 14 K in excess of the rated temperature, provided that the total operating time between these two limits does not exceed 400 h during any 12 months operating period. Operation between limits of 14 K and 28 K in excess of the rated temperature may be permitted, for brief swings of 15 min or less, provided that the total operating time between these two limits does not exceed 80 h during any 12 months operating period. In no case shall the temperature exceed the rated temperature by more than 28 K (see note at the end of 6.2.)

Should steam be supplied to any terminal point on the turbine through two or more parallel pipes, the steam temperature in any of these pipes should not differ from that in any other by more than 17 K, except that during fluctuations not exceeding 15 min in duration within any four-hour period, a temperature difference not exceeding 28 K shall be admissible. The steam temperature in the hottest pipe shall not exceed the limits given in the preceding paragraph.

c) *Back-pressure turbine exhaust pressure*

The average exhaust pressure shall not exceed the specified exhaust pressure over any 12 months operating period.

In maintaining this average, the exhaust absolute pressure shall not exceed the rated pressure by more than 10 % nor drop more than 20 % below it.

d) *Condensing turbine exhaust pressure*

The turbine shall be capable of operating with any variation in exhaust arising from the range of cooling water temperature or flow specified, or alternatively the range of exhaust pressure specified. The supplier shall declare any limitations in these respects.

e) *Vitesse*

La turbine doit, sauf accord contraire, être capable de fonctionner, sans restriction de durée ou de puissance, entre 98 % et 101 % de la vitesse nominale.

Le fonctionnement à des vitesses plus éloignées de la vitesse nominale n'est pas autorisé, sauf accord.

NOTE - Les limitations imposées aux variations de pression à l'admission et de températures à l'admission en 6.2 a) et 6.2 b) respectivement, sont adaptées à une turbine alimentée en vapeur par une chaudière à combustible fossile ou par une autre source à haute température.

Pour une turbine alimentée en vapeur saturée ou légèrement surchauffée, par exemple en provenance d'un réacteur nucléaire, les limitations imposées aux conditions initiales de vapeur doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur, le fournisseur du réacteur et le fournisseur de la turbine.

6.3 *Fonctionnement anormal*

6.3.1 L'acheteur doit spécifier ses exigences si un fonctionnement est demandé dans un des cas suivants:

- a) une partie de la surface de refroidissement du condenseur est isolée;
- b) certains ou tous les réchauffeurs d'eau d'alimentation sont hors service;
- c) surcharge et comment elle doit être obtenue;
- d) tout autre mode de fonctionnement qui imposerait des conditions inhabituelles.

6.3.2 Le fournisseur doit préciser toutes limitations consécutives au fonctionnement anormal spécifié. Cela peut comprendre, par exemple, les efforts sur les structures ou un ajustement de la puissance fournie, et doit inclure les durées autorisées pour de telles limitations.

6.4 *Conditions d'installation*

6.4.1 L'acheteur doit spécifier si l'installation est en salle ou à l'extérieur, avec ou sans toiture et les conditions dans lesquelles le groupe doit fonctionner y compris les températures minimales et maximales, l'humidité relative, des problèmes inhabituels de poussière, les précipitations et la vitesse du vent (si extérieur), et tous les autres facteurs associés.

6.4.2 L'acheteur doit fournir toute donnée utile concernant les conditions sismiques pour lesquelles la centrale doit être conçue.

6.5 *Entretien*

Sur demande de l'acheteur, le fournisseur doit fournir les informations sur la fréquence prévue et l'étendue de l'entretien pour la tranche.

6.6 *Guides d'utilisation*

Le fournisseur doit fournir des guides d'utilisation entièrement pertinents et sans ambiguïté, qui permettent au matériel qu'il a fourni de fonctionner en toute sécurité.

Les instructions doivent comprendre les références de toutes les limitations du fonctionnement de la centrale et peuvent aussi inclure les exigences du fournisseur pour la pureté de la vapeur.

e) Speed

The turbine shall, unless otherwise agreed, be capable of operating without restriction on duration or on output between 98 % and 101 % of rated speed.

Operation at speeds further removed from rated speed shall not be permitted except by agreement.

NOTE - The limitations placed on variations of initial pressure and initial temperature in 6.2 a) and 6.2 b) respectively are appropriate for a turbine supplied with steam from a fossil-fired boiler or other high-temperature source.

For a turbine supplied with steam at or near saturated conditions, for example from a nuclear reactor, the limitations to be placed on initial steam conditions shall be agreed between the purchaser, the reactor supplier and the turbine supplier.

6.3 Abnormal operation

6.3.1 The purchaser shall specify his requirements if operation is required in any of the following categories:

- a) part of the condenser cooling section isolated;
- b) some or all of the feed water heaters out of service;
- c) overload, and how it shall be achieved;
- d) any other operating mode which imposes unusual conditions.

6.3.2 The supplier shall state any limitations arising from specified abnormal operation. This may include such matters as structural loading or adjustment in output power, and they shall include the permitted duration for such limitations.

6.4 Installation conditions

6.4.1 The purchaser shall specify whether the installation is indoors or outdoors, with or without a roof, and the conditions in which the turbine unit must operate, including maximum and minimum temperatures, relative humidity, unusual dust problems, precipitation and wind speed (if outdoors), and other related factors.

6.4.2 The purchaser shall provide any relevant data concerning seismic conditions for which the plant is to be designed.

6.5 Maintenance

When requested by the purchaser, the supplier shall give information on the anticipated frequency and scope of maintenance for the turbine plant.

6.6 Operating instructions

The supplier shall provide operating instructions wholly relevant and free from ambiguity, which will enable the plant which he has supplied to be operated safely.

The instructions shall include reference to all limitations on plant operation, and may also include the supplier's requirements for steam purity.

7 Composants

7.1 Matériaux et construction

Tous les matériaux, composants et soudures utilisés dans la construction de la machine, et toutes les tuyauteries, montages, adaptations et appareillages auxiliaires doivent, dans la limite du raisonnable, être conformes aux exigences des normes nationales et internationales appropriées. Les normes doivent être spécifiées dans le contrat.

7.2 Parties soumises à haute température

a) Parties sans contrainte

La sélection des matériaux pour les parties non soumises à des contraintes appréciables à leur température de fonctionnement doit être ainsi faite qu'elle évite une détérioration inacceptable des propriétés consécutive à:

- i) une modification de la structure interne ou de la composition; ou
- ii) une réaction entre le matériau et son environnement.

b) Parties sous contraintes

Les matériaux utilisés pour les parties sous contraintes doivent satisfaire aux conditions définies en a) ci-dessus. En outre, il convient qu'ils soient choisis sur des bases de données expérimentales qui assurent que, dans les conditions de contraintes, de température et de durée appliquées aux composants, ces derniers ne présenteront ni fissures, ni déformations supérieures à ce qui est permis.

7.3 Enveloppes et paliers

Enveloppes, paliers et supports doivent être conçus pour supporter toute charge en service normal ou de secours, les forces et les moments autorisés provenant des tuyauteries, et les déplacements dus à la température. La conception des enveloppes doit minimiser les contraintes thermiques en service. Les enveloppes de la turbine doivent être convenablement maintenues pour conserver un bon alignement avec les rotors.

Vérins, anneaux de levage, manille, tige de guidage et outillages spécialisés doivent être fournis, si nécessaire, pour faciliter le montage et de démontage.

7.4 Rotors

7.4.1 Les rotors, quand ils sont complets, doivent être équilibrés dynamiquement.

7.4.2 Les vitesses critiques combinées de la turbine et de la machine entraînée doivent être suffisamment éloignées de la vitesse nominale pour éviter tout effet néfaste sur le fonctionnement du groupe dans la plage de vitesses depuis 6 % au-dessous de la vitesse nominale jusqu'à la vitesse obtenue à la suite d'un rejet de la pleine charge après défaillance du système de régulation de vitesse.

Lorsque la machine entraînée n'est pas fournie par le fabricant de la turbine, un accord doit se faire sur la partie responsable des vitesses critiques combinées de la turbine et de la machine entraînée.

7 Components

7.1 *Materials and construction*

All materials, components, and welding used in the construction of the machine, and all piping, mounting, fittings and ancillary apparatus shall, so far as is reasonable, meet the requirements of the appropriate national or international standards. The standards shall be specified in the contract.

7.2 *Parts subject to high temperatures*

a) *Unstressed parts*

The selection of material for parts not subjected to appreciable stresses at their operating-temperature shall be such as to avoid unacceptable deterioration of properties as a result of:

- i) internal structural or constitutional changes; or
- ii) reaction between the material and its environment.

b) *Stressed parts*

The materials used for stressed parts shall fulfil conditions stated under a) above. In addition, they should be selected on the basis of experimentally determined data which confirm that under the conditions of stress, temperature and time in which the components will be used, they will not crack or deform to a greater extent than is permissible.

7.3 *Casings and pedestals*

Casings, pedestals and supports shall be designed to withstand all normal and emergency service loads, allowable piping forces and moments, and movement caused by temperature. The casing design shall be such that thermal stresses in service are minimized. Turbine casings shall be adequately supported to maintain good alignment with the rotors.

Jackscrews, lifting lugs, eyebolts, guide dowels and special tools shall be provided where necessary to facilitate assembly and dismantling.

7.4 *Rotors*

7.4.1 Rotors when completed shall be dynamically balanced.

7.4.2 The critical speeds of the combined turbine and driven machine shall be sufficiently removed from the rated speed to avoid any adverse effect on the operation of the unit over the range of speeds from 6 % below the rated speed to that obtained following a full load rejection when the speed governing system fails to operate.

Where the driven machine is not supplied by the turbine manufacturer, agreement shall be reached as to the party responsible for the critical speeds of the combined turbine and driven machine.

7.4.3 Un essai en survitesse de chaque rotor de la turbine doit être réalisé de préférence dans les ateliers du fabricant. L'essai de survitesse doit se faire à une vitesse dépassant de 2 % la vitesse maximale calculée qui pourrait survenir si la régulation de vitesse était défaillante et si le maximum de vitesse n'était limité que par la seule action du dispositif de déclenchement par survitesse. La durée de l'essai de survitesse ne doit pas dépasser 10 min et il ne sera effectué qu'une seule fois.

Quand le point de consigne du déclenchement par survitesse est de 10 % au-dessus de la vitesse, l'essai de survitesse ne doit pas être à plus de 20 % au-dessus de la vitesse nominale.

7.4.4 Les rotors et leurs accouplements (et les engrenages s'il y en a) doivent être conçus pour résister aux conditions imposées par les courts-circuits de l'alternateur ou d'autres perturbations spécifiées du système électrique.

L'acheteur doit prévoir des dispositifs de protection pour réduire ou éliminer les effets sur le groupe turbo-alternateur de tout défaut électrique sur le système.

7.5 *Vannes*

La turbine doit être équipée d'un nombre approprié de soupapes de réglage. Celles-ci doivent être convenables pour contrôler la vapeur à l'admission fournie à la turbine dans toute la plage de vitesse et de puissance. En outre, une ou des vannes d'arrêt d'urgence convenables doivent être prévues en série avec ces soupapes de réglage. Les organes qui reçoivent en premier la vapeur doivent, chacun, être pourvus d'un filtre de vapeur placé aussi près que possible en amont de l'organe. Pour les petites turbines industrielles, les fonctions de réglage et d'arrêt d'urgence peuvent être combinées dans un seul organe.

Dans les turbines fonctionnant selon un cycle à resurchauffe, un nombre approprié de soupapes de réglage de la vapeur resurchauffée (soupapes de modération) doit être prévu. Des vannes d'arrêt d'urgence convenables (vannes d'interception) doivent être prévues en série avec ces soupapes de modération. Les organes qui reçoivent en premier la vapeur venant du resurchauffeur, doivent, chacun, être pourvus d'un filtre de vapeur placé aussi près que possible en amont, excepté quand:

- a) le premier organe est du type à clapet battant (dans ce cas le filtre doit être prévu entre le premier et le second organe), ou
- b) la resurchauffe est réalisée dans un resurchauffeur vapeur/vapeur.

7.6 *Coussinets principaux et paliers*

- a) Les paliers doivent être divisés transversalement et avoir des coussinets, des patins ou des coquilles remplaçables.
- b) Les butées doivent être conçues pour résister à des poussées dans toutes les directions axiales. La butée doit avoir des dispositifs pour permettre l'ajustement de la position axiale du rotor lors de l'entretien.
- c) Il doit être possible de changer tous les coussinets sans démonter aucun cylindre.
- d) Les coussinets et les butées doivent être conçus pour un graissage sous pression et assurer un drainage correct.

7.4.3 An overspeed test of each turbine rotor shall be carried out, preferably at the manufacturer's works. The overspeed test shall be at a speed exceeding by 2 % the maximum calculated overspeed that would occur if the speed governor failed and if the maximum overspeed were limited by the action of the overspeed trip device only. The duration of the overspeed test shall not exceed 10 min, and it shall only be performed once.

When the normal setting of the overspeed trip is at 10 % excess speed, the overspeed test shall not be in excess of 20 % above rated speed.

7.4.4 Rotors and their couplings (and gearing where used) shall be designed to withstand those conditions imposed by generator short-circuits, or by other specified disturbances within the electrical system.

The purchaser shall provide protection devices to reduce or eliminate the effect on the turbo-generator of any electrical fault on the system.

7.5 Valves

The turbine shall be provided with an appropriate number of governing (control) valves. These shall be suitable for controlling the initial steam supply to the turbine over the entire speed and load range. In addition, suitable emergency stop valve(s) shall be provided in series with these governing valves. The valves which first receive steam shall each be provided with a steam strainer located as closely as practicable, upstream of the valve. For small industrial type turbines, the emergency and governing (control) functions may be combined into a single valve.

On those turbines which operate with a reheat steam cycle, an appropriate number of reheat governing (control) valves shall be provided. Suitable reheat emergency stop valves shall be provided in series with these governing (control) valves. The valves which receive steam first from the reheater shall each be provided with a steam strainer located as closely as practicable upstream, except where:

- a) the first valve is of the swinging flap type (in which case the strainer shall be provided between the first and second valves), or
- b) reheat is carried out in a steam/steam reheater.

7.6 Main bearings and housings

- a) Journal bearings shall be transversely split with renewable liners, pads or shells.
- b) Thrust bearings shall be designed to accommodate thrust in either axial direction. The thrust bearing shall have provision for adjustment of rotor axial position during maintenance.
- c) It shall be practicable to renew all the bearings without dismantling any cylinder.
- d) Journal and thrust bearings shall be designed for pressure lubrication and to ensure proper drainage.

e) Les paliers doivent assurer une protection contre l'entrée d'humidité ou de matières extérieures et contre les fuites du lubrifiant.

f) Pour minimiser les effets des courants électriques générés par les frottements électrostatiques, les arbres de la turbine et de la machine entraînée doivent être mis à la terre. Dans le cas où les machines sont fournies par des fournisseurs différents, l'acheteur et le fournisseur doivent convenir de l'emplacement des points de mise à la terre.

Pour les petites turbines industrielles, la mise à la terre n'est généralement pas nécessaire.

7.7 *Étanchéité des cylindres et entre étages*

Les étanchéités aux extrémités des cylindres et entre étages doivent être en matériaux convenables pour minimiser les déformations et dilatations à la température de fonctionnement.

La construction des étanchéités doit être telle qu'elle minimise les dommages au rotor dans le cas d'un frottement en fonctionnement.

7.8 *Calorifugeage*

Lorsque cela est spécifié, la turbine doit être calorifugée. L'acheteur doit préciser la température exigée pour la surface externe du matériau calorifugé (ne devant pas normalement dépasser la température ambiante de plus de 40 K, mais en accord avec les normes nationales). Le calorifuge doit être conçu pour faciliter l'entretien de la turbine.

L'acheteur doit préciser toutes limitations concernant les matériaux calorifuges.

8 **Massifs et bâtiments**

Le fournisseur de la turbine doit fournir à l'acheteur toutes les informations nécessaires (charges statiques et dynamiques, plans généraux, détails des appuis, forces et moments, déformations admissibles des massifs, dilatations thermiques, etc.) à l'interface entre sa propre responsabilité de concepteur et celle de l'acheteur ou du concepteur de la fondation afin de permettre la conception et la construction de la totalité du système de support.

Le fournisseur de la turbine doit s'assurer que les déformations, fréquences propres de vibrations et autres propriétés des parties de fondations conçues ou fournies par lui n'ont pas d'effets néfastes sur le fonctionnement de la tranche dans la plage de vitesses spécifiée en 5.2 et 5.3.

Les détails des charges transmises à la turbine, qu'elle soit ou non en service, y compris tous les forces et moments des tuyauteries, doivent avoir obtenu l'accord du fournisseur de la turbine.

Sauf accord contraire, l'acheteur doit fournir un massif convenable sur lequel le fournisseur de la turbine doit avoir l'opportunité d'apporter ses commentaires dès le stade de la conception. Les fréquences propres des vibrations de la fondation ne devront correspondre à aucun sous-multiple de la vitesse de fonctionnement du groupe.

- e) Bearing housings shall provide protection against the ingress of moisture or foreign matter and the leakage of lubricant.
- f) To minimize the effects of electrical currents generated by electrostatic friction effects, the shafts of the turbine and the driven machine shall be earthed (grounded). In cases where these machines are supplied by separate suppliers, the purchaser and supplier shall agree to the location of the shaft earthing points.

For the smaller industrial turbines, earthing is not usually necessary.

7.7 *Cylinder and interstage glands*

Glands at the ends of the rotors and between stages shall be of suitable materials to minimize distortion or growth at the operating temperature.

The construction of the glands shall be such as to minimize damage to the rotor in the event of rubbing while in operation.

7.8 *Thermal insulation*

When specified, the turbine shall be insulated. The purchaser shall state the required outer surface temperature of the insulation material (not normally exceeding the ambient temperature by more than 40 K, but in accordance with national standards). The insulation shall be so designed that turbine maintenance is facilitated.

The purchaser shall state any limitation on insulation materials.

8 Foundations and buildings

The turbine supplier shall provide the purchaser with the relevant information (static and dynamic loads, outline drawings, seating details, forces and moments, permissible foundation deflections, thermal expansions, etc.) at the interface between his own design responsibility and that of the purchaser or his foundation designer, to enable design and construction of the total support system to proceed.

The turbine supplier shall ensure that the deflections, natural frequencies of vibration, and other properties of parts of the foundation designed or supplied by him will have no adverse effect on the operation of the plant over the range of speeds specified in 5.2 and 5.3.

Details of loads transmitted to the turbine, when in service and when not in service, including all piping forces and moments, shall be agreed with the turbine supplier.

Unless agreed otherwise, the purchaser shall provide a suitable foundation block, on which the turbine supplier shall be given the opportunity to comment at the design stage. The natural frequencies of vibration of the foundation should not correspond to any low multiple of the operating speed of the unit.

Un espace suffisant et les ouvertures nécessaires dans les massifs et bâtiments doivent être prévus pour l'installation des équipements. Des ouvertures convenables doivent être prévues pour l'introduction des équipements. L'acheteur doit prévoir une place suffisante autour des équipements pour les besoins de service y compris la place pour sortir les rotors et déposer les demi-parties supérieures des cylindres de la turbine.

Lorsqu'un équipement auxiliaire connecté à la turbine (par exemple les séparateurs d'humidité et surchauffeurs) est monté sur un massif séparé fourni par quelqu'un d'autre, le fournisseur de la turbine doit spécifier les valeurs permises des mouvements relatifs avec le massif de la turbine.

9 Entraînement des pompes alimentaires

9.1 Information demandée

Les pompes alimentaires peuvent être entraînées par différents moyens, qui peuvent avoir une incidence thermodynamique variable sur le cycle. Le fournisseur de la turbine demandera habituellement les informations ci-après, avant que les détails de conception ou la détermination de la consommation spécifique de chaleur puissent être finalisés.

9.1.1 Entraînement par une turbine auxiliaire

Dans le cas où la pompe est entraînée par une turbine auxiliaire utilisant de la vapeur extraite de la turbine principale, ou quand la vapeur d'échappement ou la turbine auxiliaire se décharge dans la turbine principale ou son système:

- i) lorsque le fournisseur de la turbine principale fournit la pompe alimentaire et sa turbine d'entraînement, l'acheteur doit, très tôt, mettre à la disposition du fournisseur de la turbine les informations concernant la hauteur de charge demandée en fonction du débit d'eau d'alimentation;
- ii) lorsque le fournisseur de la turbine principale fournit la turbine séparée d'entraînement de la pompe alimentaire, mais sans fournir cette pompe, l'acheteur doit, très tôt, mettre à la disposition du fournisseur de la turbine principale, des informations suffisantes concernant les variations de la puissance absorbée par la pompe et la vitesse et la hauteur de charge en fonction du débit d'eau d'alimentation;
- iii) lorsque le fournisseur de la turbine principale ne fournit ni la turbine séparée d'entraînement de la pompe, ni la pompe, l'acheteur doit, très tôt, mettre à la disposition du fournisseur de la turbine principale, les informations suffisantes concernant l'accroissement d'enthalpie de l'eau d'alimentation dans la pompe et le débit de vapeur à extraire vers la turbine séparée dans toute la plage du débit d'eau d'alimentation.

En i) et ii) ci-dessus, ces informations doivent couvrir la plage depuis la charge minimale de la turbine principale à laquelle la turbine d'entraînement de la pompe alimentaire est capable, indépendamment, de satisfaire aux exigences concernant le débit d'eau d'alimentation, jusqu'au débit maximal d'eau d'alimentation pour lequel la pompe et son entraîneur doivent être conçus.

Une marge additionnelle de puissance et de vitesse, dépassant les exigences pour la puissance maximale, doit être permise avant de fixer la capacité de la turbine auxiliaire; la valeur de cette marge doit être convenue entre l'acheteur et le fournisseur de la turbine principale.

Sufficient space and necessary openings in the foundations and building structure shall be provided for installation of the equipment. Suitable openings shall be provided in the building to admit the equipment. The purchaser shall provide sufficient space round the equipment for servicing, including space for removing the rotors and setting down the upper halves of the turbine casings.

Where ancillary equipment connected to the turbine (for example, moisture separators and reheaters) is mounted on a separate foundation supplied by others, the turbine supplier shall specify the permissible movement relative to the turbine foundation.

9 Feed pump drives

9.1 Information required

Feed pumps may be driven by a variety of means, which can differ in their thermodynamic influence on the cycle. The turbine supplier will usually require information, as listed below, before design details or the determination of heat rate can be finalized.

9.1.1 Drive by auxiliary turbine

Where the pump is driven by an auxiliary turbine using steam extracted from the main turbine, or where exhaust steam from the auxiliary turbine discharges into the main turbine or its system:

- i) when the main turbine supplier supplies the feed pump and its driving turbine, the purchaser shall, at an early stage, provide the turbine supplier with information showing the required feed pump generated head as a function of feed water flow rate;
- ii) when the main turbine supplier supplies the separate turbine driving the feed pump, but does not supply the pump, the purchaser shall, at an early stage, provide the turbine supplier with information showing the variation of the required pump input power and speed and feed pump generated head, as functions of feed water flow rate;
- iii) when the main turbine supplier supplies neither the separate turbine driving the feed pump, nor the pump, the purchaser shall, at an early stage, provide to the main turbine supplier sufficient information to enable the feed water enthalpy rise across the pump and the steam flow to the separate turbine to be derived, over the range of feed water flow rate.

In i) and ii) above, this information shall cover the range from the minimum load on the main turbine at which the turbine-driven feed pump is to be independently capable of meeting the feed flow requirements, up to the maximum feed water flow rate for which the pump and its driver are to be designed.

An additional margin of power and speed, above that required for the maximum power rating, shall be allowed before fixing the capability of the auxiliary turbine; the amount of this margin shall be agreed between the purchaser and the main turbine supplier.

Si le fournisseur de la turbine principale ne fournit pas les tuyauteries de liaison véhiculant la vapeur depuis les points de soutirage sur la turbine principale, ou sur les tuyauteries principales (ou toute autre source), jusqu'à la turbine de la pompe alimentaire, l'acheteur doit préciser au fournisseur de la turbine principale, les pertes de pression et de température qui devront être autorisées dans ces tuyauteries.

9.1.2 *Entraînement par moteur électrique*

Dans le cas où la pompe est entraînée par un moteur électrique, parfois directement, parfois par un variateur de vitesse et parfois par un coupleur hydraulique interposé:

- i) lorsque le fournisseur de la turbine fournit la totalité de cet équipement, l'acheteur doit, très tôt, mettre à la disposition du fournisseur de la turbine les informations concernant la hauteur de charge demandée en fonction du débit d'eau d'alimentation;
- ii) lorsque le fournisseur de la turbine fournit les équipements d'entraînement mais pas la pompe, l'acheteur doit, très tôt, mettre à la disposition du fournisseur de la turbine les informations concernant la puissance demandée, (mesurée à l'accouplement d'entrée de la pompe) et la hauteur de charge de la pompe en fonction du débit d'eau d'alimentation et aussi la vitesse maximale de la pompe;
- iii) lorsque le fournisseur de la turbine ne fournit ni la pompe alimentaire, ni le moteur, ni le variateur de vitesse ou le coupleur hydraulique, l'acheteur doit, très tôt, mettre à la disposition du fournisseur de la turbine les informations concernant l'élévation d'enthalpie de l'eau d'alimentation en fonction du débit d'eau d'alimentation.

9.1.3 *Marges sur le pompage*

En toutes circonstances, le débit d'eau spécifié de la pompe alimentaire doit inclure les quantités d'eau nécessaires à la désurchauffe pour le surchauffeur, le resurchauffeur et le contournement de la turbine lorsqu'ils sont prévus.

9.2 *Généralités*

Dans le cas où la pompe alimentaire est entraînée par une turbine auxiliaire, le fournisseur de la turbine auxiliaire et le fournisseur de la pompe doivent s'accorder sur les informations concernant les interfaces y compris le sens de la rotation. On doit prendre en considération les répartitions de fourniture pour l'huile de graissage, le fluide de régulation, l'eau d'étanchéité et la vapeur d'étanchéité pour la pompe d'alimentation et pour sa turbine d'entraînement en conservant à l'esprit qu'il peut être nécessaire de les séparer des éléments correspondants de la turbine principale. L'exigence pour le virage doit être convenu entre le fournisseur de la turbine auxiliaire et le fournisseur de la pompe.

9.2.2 L'attention doit être attirée sur les exigences pour éviter ou réduire la rotation inverse de la pompe alimentaire.

10 *Systèmes auxiliaires de la turbine*

10.1 *Huile de graissage*

La turbine doit avoir une pompe principale de graissage qui doit être entraînée mécaniquement par la turbine elle-même ou (après accord) par un moteur électrique.

If the main turbine supplier does not supply inter-connecting piping conveying steam from the supply point on the main turbine, or from the main steam pipes (or from other sources), to the feed pump turbine, the purchaser shall state to the main turbine supplier the drops in steam pressure and temperature to be allowed in this piping.

9.1.2 *Drive by electric motor*

Where the pump is driven by an electric motor, sometimes directly, sometimes through a speed-changing gear, and sometimes through an interposed hydraulic coupling:

- i) when the turbine supplier supplies the whole of this equipment, the purchaser shall, at an early stage, provide the turbine supplier with information showing the required feed pump head against feed water flow rate;
- ii) when the turbine supplier supplies the driving equipment but not the pump, the purchaser shall, at an early stage, provide the turbine supplier with information showing the required pump power (measured at the pump inlet coupling) and feed pump generated head as functions of feed water flow rate and also the pump maximum speed;
- iii) when the turbine supplier does not supply the feed pump, motor, speed-changing gear, or hydraulic coupling, the purchaser shall, at an early stage, provide the turbine supplier with information showing the enthalpy rise in the feed water as a function of feed water flow rate.

9.1.3 *Margins on pump duty*

In all instances, the specified feed pump flow rate shall include attemperation water requirements for superheater, reheater, and turbine by-pass, where these are provided.

9.2 *General*

9.2.1 Where the feed pump is driven by an auxiliary turbine, the auxiliary turbine supplier and the pump supplier shall agree all the relevant interface information, including the direction of rotation. Consideration shall be given to the supply arrangements for lubricating oil, control fluid, sealing water to the feed pump and gland sealing steam to its driving turbine, bearing in mind that these may need to be separate from those of the main turbine. The requirement for fitting turning gear shall be agreed between the auxiliary turbine and feed pump suppliers.

9.2.2 Consideration shall be given to any requirement for preventing or restricting reverse rotation of the feed pump.

10 *Turbine auxiliary systems*

10.1 *Lubricating oil*

The turbine shall have a main oil pump which shall be driven mechanically by the turbine itself or (by agreement) by an electric motor.

Une pompe auxiliaire de graissage, entraînée à partir d'une source entièrement séparée de la pompe principale de graissage, doit être prévue pour fonctionner lors des démarrages et des arrêts, et se mettre en service automatiquement à la place de la pompe principale dans le cas d'une basse pression d'huile, afin de maintenir la turbine en service. Des dispositions doivent permettre d'essayer, en marche, le démarrage automatique des pompes de graissage de secours en simulant une baisse de pression d'huile.

Une pompe d'arrêt d'urgence en attente, de préférence entraînée par un moteur à courant continu, d'une taille adéquate pour permettre l'arrêt du groupe en toute sécurité, doit être prévue pour démarrer automatiquement en cas de défaillance d'une pompe à huile auxiliaire ou de son alimentation électrique. En variante, après accord, un bac à huile en charge peut être prévu à cet effet.

Un système d'huile de soulèvement doit être prévu pour fournir de l'huile à haute pression à chaque coussinet de la turbine et de l'alternateur, si nécessaire, pour soulever les rotors et réduire le couple de démarrage et l'usure des coussinets en cours de virage et lors des démarrages.

Des réfrigérants d'huile multiples et des filtres doivent être prévus, d'une capacité suffisante pour qu'un réfrigérant d'huile ou un filtre puisse être mis hors service, le groupe étant en marche. Les vannes d'entrée et de sortie des réfrigérants et des filtres nécessaires aux basculements, doivent être disposées de telle sorte qu'on ne puisse interrompre le flux d'huile aux coussinets, pendant que le groupe est en service. Pour les turbines de type industriel les réfrigérants et les filtres uniques peuvent être prévus.

Toutes les tuyauteries, vannes, corps de réfrigérants et corps de filtres doivent être en acier ou autre matériau approprié. Les matériaux fragiles comme la fonte grise ne conviennent pas. Les raccordements de tuyauteries doivent être soudés partout où c'est faisable.

Des dispositions doivent être prises pour minimiser la corrosion interne des bacs à huile et des tuyauteries de retour.

Le fournisseur doit spécifier les propriétés de l'huile de graissage à utiliser. Si la première charge n'est pas fournie par le fournisseur de la turbine, l'huile utilisée doit avoir eu son approbation.

La conception du système de graissage doit être telle que, durant le service normal, la température de fonctionnement de l'huile dans les retours de chaque palier ne dépasse pas, en général, 75 °C. Dans certaines applications, sur de petites turbines, cette température peut être augmentée jusqu'à 85 °C. Des précautions doivent être prises contre les incendies causés par les fuites d'huile de graissage.

10.2 *Fluide de régulation*

Le fluide utilisé dans les systèmes de régulation et pour actionner la robinetterie sur vapeur, peut être soit l'huile du système de graissage, soit un fluide d'un circuit entièrement séparé. Les pompes fournissant le fluide de régulation, s'il est séparé, doivent être doublées avec un basculement automatique en cas de défaillance d'une pompe.

Des dispositions doivent être prises, si nécessaire, pour soutenir la pression d'huile de régulation pendant la période de démarrage de la pompe en attente.

An auxiliary oil pump, driven from a source entirely separate from the main oil pump, shall be provided to operate when starting up or shutting down the turbine, and to come into operation automatically as a replacement to the main pump in the event of low oil pressure, to enable the turbine to remain in service. Provision shall be made to on-load test the auto-start of all back-up lubricating oil pumps by simulating low oil pressure.

An emergency standby pump, preferably d.c. motor driven, of adequate size to permit a safe run-down of the set, shall be provided to start automatically in the event of the failure of an auxiliary oil pump or of its electrical supply; alternatively, by agreement, a gravity oil tank may be provided for this purpose.

A jacking oil system shall be provided to supply high pressure oil to each turbine and generator bearing, if this is necessary, to lift the rotors to reduce starting torque and bearing wear when barring (turning) or during starting.

Multiple oil coolers and filters shall be provided of sufficient capacity so that any one oil cooler or filter can be taken out of service with the set in operation. The inlet and outlet changeover valves to the coolers or filters shall be arranged so that they are not capable of shutting off the flow of oil to the bearings while the set is in operation. For industrial type turbines, single oil coolers and filters may be provided.

All pipes, valves, cooler bodies and filter bodies shall be of steel or other appropriate material. Brittle materials such as cast grey iron are not suitable. Pipe joints shall be welded wherever practicable.

Precautions shall be taken to minimize internal corrosion in oil tanks and drain pipes.

The supplier shall specify the properties of the lubricating oil to be used. When initial flushing is not carried out by the supplier, the oil used shall be to his approval.

The design of the lubricating system shall be such that during normal operation, the operating temperature of the oil at each main bearing drain will not, in general, exceed 75 °C. There are applications on small turbines where this temperature may be increased to 85 °C. Precautions shall be taken against fire caused by leakage of lubricating oil.

10.2 *Control fluid*

The fluid used in the control system and for operation of the steam valves may be either oil from the lubricating system, or fluid from an entirely separate system. The pumps supplying the separate control fluid shall be duplicated, with automatic changeover on failure of one pump.

Arrangements shall be made, if necessary, to sustain the pressure of the control fluid during the starting period of the standby pump.

Quand un fluide autre que l'huile du système de graissage est utilisé, il doit avoir l'approbation du fournisseur. Les mêmes recommandations concernant les matériaux, la construction des tuyauteries et la duplication des réfrigérants et filtres indiquées en 10.1 doivent s'appliquer sauf accord contraire.

10.3 *Système d'étanchéité pour le rotor et les vannes*

Sauf accord contraire, le système d'étanchéité pour les extrémités des rotors et pour les vannes doit être disposé, par exemple en prévoyant un condenseur de vapeur d'étanchéité, de telle sorte qu'aucune vapeur ne s'échappe dans la salle des machines. Quand cela est approprié, le réglage des vapeurs des étanchéités doit être entièrement automatique dans tous les modes de fonctionnement. Des vannes de décharge de sécurité doivent être installées sur les tuyauteries de vapeur selon les besoins. Lorsque de la vapeur auxiliaire est nécessaire, comme pour le démarrage, le fournisseur de la turbine doit préciser ses exigences pour les conditions et les quantités de vapeur.

10.4 *Purges*

Chaque enveloppe de turbine, barillet de vapeur, ou autre récipient, et toutes les tuyauteries véhiculant de la vapeur doivent être purgés correctement en tous les points où l'eau peut s'accumuler.

Le purgeage doit normalement se faire vers un ballon de détente des purges convenable, et les tuyauteries de purges doivent comprendre les vannes, pièges à eau et diaphragmes nécessaires avant la détente dans le ballon des purges.

10.5 *Events*

Les tuyauteries d'évent doivent être prévues depuis le ventilateur de buées et le ou les ventilateurs d'évents du système de graissage jusqu'à un endroit extérieur spécifié ou selon ce qui a été convenu.

10.6 *Vireur*

Si nécessaire, un vireur doit être prévu pour faire tourner lentement l'ensemble des rotors (d'une façon continue ou discontinue) afin de limiter la distorsion thermique du ou des rotors quand, sous vapeur, ils ne tournent pas. Un blocage doit être prévu, si nécessaire, pour s'assurer que le virage ne peut commencer avant qu'une quantité adéquate d'huile de graissage ne soit disponible et que le système d'enclenchement ne soit complètement engagé. Le vireur doit se désengager automatiquement quand la vitesse de la turbine s'élève au-dessus de la vitesse de virage.

10.7 *Tuyauteries*

Toutes les tuyauteries pour la vapeur, l'eau, l'huile ou l'air doivent de préférence être en acier conformes aux normes nationales et internationales appropriées. Les normes devront être spécifiées dans le contrat.

Les joints soudés doivent être utilisés partout où c'est faisable. D'autres matériaux peuvent être utilisés après accord entre l'acheteur et le fournisseur de la turbine.

Le fournisseur de la turbine doit préciser les valeurs et les directions d'applications des forces et des moments des tuyauteries, appliqués aux endroits convenus de limite de fourniture, qui sont acceptables pour son installation.

When a fluid other than oil from the lubricating system is used, the fluid shall be to the supplier's approval. The same requirements regarding materials, pipe construction and the duplication of coolers and filters as in 10.1 shall apply unless otherwise agreed.

10.3 *Sealing system for rotor and valve glands*

The sealing system at the ends of the rotors and valve glands shall, unless otherwise agreed, be so arranged, for example by the provision of a gland steam condenser, that no steam issues into the turbine hall. Where appropriate, the control of sealing steam for the glands shall be fully automatic under all modes of operation. Relief valves shall be fitted to the steam pipework as necessary. When auxiliary steam is required, such as for start-up, the supplier shall state his requirements for the steam conditions and quantity.

10.4 *Drains*

Each turbine casing, steam chest, or other vessel, and all pipes conveying steam, including bled steam pipes to feed water heaters, shall be adequately drained at all points where water may accumulate.

Drainage shall normally be to a suitable drains vessel, and the drain pipes shall incorporate suitable valves, traps, or orifice plates before discharge into the drains vessel.

10.5 *Vents*

Vent piping shall be provided from the gland steam exhauster fan and lubricating system exhauster fan(s) to a specified outdoor location, or as agreed.

10.6 *Turning gear*

Turning gear (sometimes known as barring gear) shall be provided to rotate the rotor system slowly (continuously or discontinuously), if necessary, to limit thermal distortion of the rotor(s) when not turning under steam. Interlocks shall be provided, if necessary, to ensure that turning cannot commence until an adequate supply of lubricating oil is available and the drive is fully engaged. The turning gear shall disengage automatically when the turbine speed increases above the turning gear speed.

10.7 *Piping*

All piping for steam, water, oil, or air services shall preferably be in steel complying with the requirements of the appropriate international or national standard. The standards should be stated in the contract.

Welded joints shall be used wherever practicable. Other materials may be used by agreement between the purchaser and the turbine supplier.

The turbine supplier shall state the magnitude and direction of application of the pipework forces and moments, applied at the agreed major terminating points of his equipment, which are acceptable to his plant.

11 Instrumentation

11.1 Généralités

Doivent être fournis les instruments qui sont nécessaires pour que la turbine soit conduite et surveillée d'une façon fiable et efficace.

L'étendue de l'instrumentation qui est économiquement justifiée dépend de la puissance de la turbine et des conditions dans lesquelles elle fonctionnera. Les exigences suivantes s'appliquent aux grosses turbines.

11.2 Instrumentation standard

S'il y a lieu, les éléments de mesure primaires suivants doivent être fournis, au moins pour ce qui suit:

a) Pressions

- vapeur à l'admission et à la resurchauffe immédiatement en amont des vannes d'arrêt et des vannes d'interception et de leurs filtres;
- extraction(s) pour les turbines à extraction;
- soutirages vers les réchauffeurs d'eau d'alimentation;
- échappement de chaque cylindre;
- alimentation en huile de graissage vers les paliers;
- alimentation en fluide vers le système de régulation.

b) Températures

- vapeur à l'admission et à la resurchauffe;
- vapeur à l'échappement des cylindres haute et moyenne pressions;
- soutirages vers les réchauffeurs d'eau d'alimentation;
- huile à la sortie du réfrigérant;
- huile à la sortie des paliers ou métal du coussinet.

c) Niveaux

- niveau d'huile dans la cuve à huile de graissage principale;
- niveau du fluide dans la cuve à fluide de régulation.

11.3 Equipement de surveillance

L'équipement pour mesurer les points suivants doit être prévu:

- a) *vitesse*: vitesse de rotation de la turbine;
- b) *charge*: puissance électrique de l'alternateur (souvent cet instrument n'est pas inclus dans le contrat de la turbine);
- c) *déplacement des rotors et des paliers*: déplacement axial différentiel des rotors choisis, chacun par rapport à son cylindre ou son palier, mesuré à l'extrémité la plus éloignée de la butée.

Déplacements axiaux des paliers par rapport aux fondations;

- d) *vibrations*: amplitudes de vibration des paliers ou des rotors. L'excentricité des rotors et l'angle de phase des vibrations peuvent également être demandés;

11 Instrumentation

11.1 General

Such instruments shall be provided as are necessary to enable the turbine to be reliably and efficiently operated and supervised.

The scope of instrumentation that is economically justified will depend on the rating of the turbine and the conditions under which it is to operate. The following requirements apply to large turbines.

11.2 Standard instruments

Where applicable, primary measuring elements for at least the following shall be provided:

a) Pressures

- initial and reheat steam inlets immediately upstream of the initial and reheat stop valves and strainers;
- extraction(s), for extraction turbines;
- extractions to feed water heaters;
- exhausts from each cylinder;
- lubricating oil supply to bearings;
- fluid supply to the control system.

b) Temperatures

- initial and reheat steam;
- steam at exhaust from high pressure and intermediate pressure cylinders;
- extractions to feed water heaters;
- oil at cooler outlet;
- oil in the bearing drains, or bearing metal.

c) Levels

- level of oil in main lubricating oil tank;
- level of fluid in control fluid tank.

11.3 Supervisory equipment

Equipment for measuring the following shall be provided:

- a) *Speed*: rotational speed of the turbine;
- b) *Load*: electrical output of the generator (frequently this instrument is not included in the turbine contract);
- c) *Rotor and pedestal movement*: axial differential movement of selected rotors, each relative to its casing or pedestal, measured at the end remote from the thrust bearing.

Axial movement of pedestals relative to the foundation;

- d) *Vibration*: vibration of pedestals or rotors. Rotor eccentricity, and the phase angle of the vibration, may also be required;

- e) *Températures du métal*: des dispositions doivent être prises pour la mesure de toutes les températures de métal ou de tous les écarts de températures, considérés comme nécessaires pour une conduite sûre de la turbine, ou qui permettent d'accéder aux contraintes dans les parois des cylindres de turbines ou d'autres composants, afin de fournir les renseignements permettant des variations en toute sécurité de charge ou de vitesse;
- f) *Position des vannes*: positions de toutes les vannes et soupapes à l'admission et la resurchauffe, sauf accord contraire, à cela près que seules les indications «ouverture complète» et «fermeture complète» sont demandées pour les vannes d'interception;
- g) Pour les turbines en vapeur saturée qui incorporent un séparateur d'humidité et un surchauffeur; le débit de vapeur de chauffe (ou le débit de purge du surchauffeur) et le niveau des bâches de recueil des purges du séparateur et du surchauffeur;
- h) En outre, l'équipement nécessaire pour délivrer les signaux initiateurs des alarmes et des déclenchements, énuméré à l'article 12, doit être prévu.

11.4 *Instrumentation additionnelle*

Des éléments primaires de mesure additionnels peuvent être spécifiés par l'acheteur ou recommandés par le fournisseur.

Pour les tranches de grande puissance l'instrumentation peut comprendre en particulier:

- température d'eau de refroidissement;
- pression au condenseur;
- pression et niveau des liquides dans des récipients divers;
- températures d'eau et de vapeur à l'entrée et à la sortie des réchauffeurs d'eau d'alimentation ou d'autres échangeurs de chaleur;
- pressions à l'entrée et à la sortie des pompes alimentaires;
- débit d'eau d'extraction et d'alimentation et débit de vapeur à l'admission;

NOTE - Les éléments de mesure primaires pour ces mesures peuvent être fournis par d'autres sources.

11.5 *Points de mesure d'essais*

Dans le but de mener à bien les essais de performance pour la consommation spécifique de chaleur, ou pour toute autre raison, des points de mesure doivent être prévus pour toutes les mesures d'essai ou d'observation. Ces points de mesure doivent être en plus de ceux demandés pour la conduite et la surveillance normales de la turbine, et doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

Un accord doit être obtenu quant à la responsabilité et aux dispositions portant sur les points de mesure requis qui sont hors du domaine du contrat de fourniture.

12 **Protection**

12.1 *Généralité*

L'étendue de la protection qui peut être économiquement justifiée dépend de la puissance de la turbine et des conditions dans lesquelles elle doit fonctionner. Les recommandations suivantes s'appliquent aux grosses turbines.

- e) *Metal temperatures*: provision shall be made for the measurement of all metal temperatures or temperature differences considered necessary for the safe operation of the turbine, or for enabling stresses in turbine casing walls or other components to be assessed, to provide information on safe rates of run-up or load change;
- f) *Valve position*: positions of all initial and reheat steam valves, unless otherwise agreed, except that only fully-open or fully-closed indication is required for reheat emergency valves;
- g) For saturated steam turbines, which incorporate moisture separators and reheaters; reheating steam flow (or reheater drains flow), and levels in separator and reheater drain tanks;
- h) In addition, equipment necessary to provide the alarm and trip initiating signals listed in clause 12 shall be provided.

11.4 *Additional instruments*

Additional primary measuring elements may be specified by the purchaser, or recommended by the supplier.

For large turbine plant the instrumentation may typically include:

- cooling water temperature;
- condenser pressure;
- pressures and liquid levels in various vessels;
- steam and water temperatures at inlet and outlet of feed water heaters and other heat exchangers;
- inlet and outlet pressures of feed pumps;
- condensate, feed water and initial steam flow rates.

NOTE - Primary measuring elements for such measurements may be supplied by others.

11.5 *Test measuring points*

For the purpose of carrying out performance tests for heat rate or other reasons, measuring points shall be provided for all test measurements and observations. These measuring points shall be additional to those required for the normal operation and control of the turbine, and shall be agreed between supplier and purchaser.

Agreement shall be reached upon responsibility for, and provision of, those required measuring points located at positions outside the contractual scope of supply.

12 Protection

12.1 *General*

The extent of protection which can be economically justified depends upon the rating of the turbine and the conditions under which it has to operate. The following requirements apply to large turbines.

12.2 *Système de protection - déclenchement*

12.2.1 Un système de protection séparé et indépendant doit être prévu. Ce système doit être conçu pour que, si un signal de déclenchement se produit, son fonctionnement se traduise par une fermeture immédiate de toutes les vannes sur vapeur (c'est-à-dire vannes d'arrêt de secours, soupapes de réglage, vannes d'interception de secours, soupapes de modération) et dans la fermeture assistée des clapets de non-retour (quand ils sont conçus pour cela) sur les tuyauteries de vapeur à resurchauffer, les lignes de vapeur soutirée vers les réchauffeurs d'eau d'alimentation, et dans les autres systèmes normalement alimentés en vapeur par la turbine. Cela permet à la turbine de décélérer en toute sécurité lors d'un événement qui aurait pu, autrement, causer des dommages à la turbine ou à ses équipements auxiliaires.

12.2.2 Les équipements de protection doivent être conçus selon le principe de la sécurité en cas d'incident comme: la perte de pression du fluide de régulation doit provoquer la fermeture immédiate des vannes d'arrêts d'urgence et des soupapes de réglage.

12.2.3 La disparition de la condition qui a initié le déclenchement du système ne doit pas entraîner le réarmement automatique du dispositif de sécurité ni la réouverture de la robinetterie sur vapeur. Le système de déclenchement doit être monté pour être réarmé uniquement par l'opérateur. Jusqu'à ce que le système de déclenchement soit réarmé, il doit être impossible de réouvrir l'une quelconque des vannes sur vapeur.

12.2.4 Le système de déclenchement doit être basé sur, mais pas nécessairement limité à, la liste suivante de dispositifs initiateurs, le fonctionnement de l'un quelconque devant conduire au fonctionnement du système de déclenchement.

- a) déclenchement par survitesse (voir 5.5);
- b) déclenchement manuel en local près de la turbine;
- c) bouton-poussoir de secours travaillant en local ou à distance;
- d) déclenchement par pression d'échappement élevée;

NOTE - Une montée de pression au condenseur au-dessus d'une valeur de consigne doit agir sur une ou plusieurs alarmes qui peuvent être réglées à des pressions différentes. Une montée supplémentaire de la pression au-delà se traduira par un déclenchement du groupe.

- e) déclenchement par pression basse de vapeur à l'admission (si demandé);
- f) déclenchement par pression basse d'huile de graissage;
- g) déclenchement par perte du régulateur de vitesse (pour les régulateurs électriques);
- h) déclenchement initié par l'alternateur ou ses systèmes auxiliaires; par exemple perte de l'eau de refroidissement des enroulements du stator de l'alternateur;
- j) déclenchement actionné électriquement, automatiquement initié par une erreur d'opération électrique.

12.3 *Système de protection - alarmes*

Une alarme peut se produire sans que la turbine soit déclenchée (sauf spécification contraire) dans les cas suivants:

- a) usure excessive de la butée;
- b) température élevée à l'échappement du cylindre basse pression;
- c) température excessive aux coussinets (huile ou métal);
- d) vibration excessive.

12.2 Protection system - tripping

12.2.1 A separate and independent turbine protection system shall be provided. This system shall be so designed that in the event of a trip signal occurring, its operation shall result in the immediate closure of all steam valves. (i.e. emergency stop valves, governing (control) valves, reheat emergency valves, and reheat governing (control) valves), and in the power closing of the non-return (check) valves (where these are fitted) in the cold reheat steam pipes, in the bled steam lines to the feed water heaters, and in other systems normally supplied with steam from the turbine; thereby enabling the turbine to run down safely in the event of an incident which could otherwise cause damage to the turbine or its auxiliary equipment.

12.2.2 The protection equipment shall be designed on a fail-safe principle, such that loss of control fluid pressure shall cause immediate closure of the emergency stop valves and the governing (control) valves.

12.2.3 Removal of the condition that has initiated the operation of the trip system shall not cause the trip gear to reset automatically, nor the steam valves to re-open. The trip system shall be arranged so that it can be reset only by the operator. Until the trip system has been reset, it shall be impossible to re-open any of the steam valves.

12.2.4 The trip system shall be based on, but not necessarily confined to, the following list of initiating devices, operation of any one of which shall cause operation of the trip system:

- a) overspeed trip (see 5.5);
- b) manual trip local to the turbine;
- c) emergency stop push-button, locally and remotely operated;
- d) high exhaust pressure trip;

NOTE - Increase in condenser pressure above a set value shall be arranged to actuate one (or more) alarms, which may be set at different pressures. Further increase in condenser pressure shall result in a unit trip.

- e) low steam inlet pressure trip (where required);
- f) low lubricating oil pressure trip;
- g) loss of speed governor trip (for electric governors);
- h) trips initiated by the generator or its auxiliary systems; for example loss of generator stator winding cooling water;
- i) electrically-operated trip automatically initiated by electrical fault operation.

12.3 Protection system - alarms

Alarms shall be raised, but the turbine shall not (unless otherwise specified) be tripped for:

- a) excessive thrust bearing wear;
- b) high steam temperature at the low pressure cylinder exhaust;
- c) excessive bearing temperature (oil or metal);
- d) excessive vibration.

12.4 *Système de protection - autres dispositifs*

D'autres dispositifs de protection qui, sauf spécification contraire, ne doivent pas conduire au déclenchement, peuvent être prévues. Cela comprend:

12.4.1 *Suppression du condenseur et des corps basse pression*

Les corps basse pression et le condenseur doivent être protégés contre les surpressions, par des vannes de décharge ou des membranes d'éclatement d'une taille suffisante pour maintenir la pression dans le cadre d'une limite permise.

12.4.2 *Retour d'eau provenant du poste de réchauffage de l'eau d'alimentation*

La protection contre l'entrée dans la turbine d'eau provenant du poste de réchauffage d'eau d'alimentation doit être spécifiée par l'acheteur au fournisseur du poste de réchauffage. Les caractéristiques essentielles de cette protection doivent comprendre au moins:

- a) Chaque circuit de vapeur soutirée de la turbine doit être disposé pour que toute la surface du réchauffeur soit inondée avant que l'eau ne puisse aller vers la turbine. Le réchauffeur devra, de préférence, être placé plus bas que la turbine.
- b) Pour chaque réchauffeur, il doit exister au moins deux moyens indépendants de prévenir automatiquement le retour d'eau vers la turbine en provenance du poste d'eau. Le système doit être conçu pour qu'un incident unique ne puisse conduire à une entrée d'eau à la turbine.

En général, ces moyens indépendants peuvent être une combinaison des moyens suivants:

2) et soit 1) i) ou 1) ii),
ou bien 3) et soit 1) i) ou 1) ii),
ou bien 2) et 3).

- 1) i) disposition d'un purgeage gravitaire du réchauffeur avec un joint manométrique ouvert, ou
- ii) disposition d'une seconde voie automatique et de grande capacité de purgeage à partir du réchauffeur.

NOTE - 1) i) est à préférer à 1) ii) si les conditions en permettent l'utilisation.

2) Disposition de vannes d'isolement automatiques sur le circuit de vapeur soutirée entre la turbine et le réchauffeur et dans la ligne de purges en cascade vers le réchauffeur.

3) Disposition de vannes d'isolement automatiques pour toutes sources d'eau d'alimentation au réchauffeur. Cela nécessite normalement un contournement automatique du réchauffeur.

NOTE - Le temps de réponse de chacune des vannes d'isolement automatique demandées en 2) et 3) ci-dessus, depuis la réception de l'ordre de fermeture jusqu'à la position entièrement fermée devra être tel que, pour un débit d'eau égal ou plus grand que:

- a) le débit d'eau provenant de la rupture de deux tubes du réchauffeur,
- b) 10 % du débit d'eau circulant dans le réchauffeur à la PMC, la vanne devra être fermée avant que l'eau n'ait rempli le volume disponible entre le niveau haut de l'alarme (ayant provoqué la fermeture de la vanne) et la vanne d'isolement automatique.

Les points 1) ii), 2) et 3) doivent être normalement initiés par les capteurs de niveau haut dans le corps du réchauffeur, avec des précautions convenables pour assurer un fonctionnement fiable.

12.4 *Protection system - other devices*

Other protection devices, which shall not, unless specified in the contract, initiate tripping of the turbine shall be provided. These include:

12.4.1 *Low-pressure casing and condenser pressurization*

The low pressure cylinders and the condenser shall be protected against excessive pressure by valves or relief diaphragms of sufficient size to keep the pressure within permitted limits.

12.4.2 *Water ingress from the feed water heating system*

Protection against water entering the turbine from the feed water heating plant shall be specified by the purchaser to the supplier of the feed water heating plant. The main features of such protection shall include at least:

- a) Each bled steam line from the turbine shall be arranged so that all the heater surface must be flooded before any water can flow to the turbine. The heaters should preferably be located lower than the turbine.
- b) For every feed water heater, there shall be two independent means of automatically preventing water from entering the turbine from the extraction system; the system shall be designed so that no single failure of equipment results in water entering the turbine.

In general, these independent means can be a combination either of the following items:

- 2) and either 1) i) or 1) ii),
or 3) and either 1) i) or 1) ii),
or 2) and 3).

- 1) i) Provision of gravity drainage from the heater, with open manometric seal, or
 - ii) Provision of an automatic alternative drainage route, of large capacity, from the heater.

NOTE - 1) i) is to be preferred to 1) ii), if conditions permit its use.

2) Provision of automatic isolating valves in the bled steam lines between the turbine and the feed water heater, and in drain lines cascading into the heater.

3) Provision of automatic isolating valves for all sources of feed water to the heater. This will normally require an automatic by-pass around the heater.

NOTE - The time of operation of each of the automatic isolating valves required by 2) and 3) above, from receipt of closing signal to the fully closed position should be such that for water flows into the shell equivalent to the larger of:

- a) water flowing from two ruptured tubes (from tube ends), or
- b) water flow equivalent to 10 % of the heater tube side flow at MCR, the valve should be closed before the water has filled the usable storage volume between the high level alarm (which initiates the valve closure) and the automatic isolating valve.

Items 1) ii), 2) and 3) shall normally be initiated by high water level sensors in the heater shell, with suitable precautions to ensure reliable operation.

c) Des clapets de non-retour, normalement prévus sur les tuyauteries de soutirage pour limiter les élévations de vitesse sur rejet de la charge (voir 19.3) devront être situés aussi près que possible des points de soutirage sur la turbine.

Les vannes d'isolement et les clapets de non-retour à fermeture commandée, lorsqu'ils sont prévus, doivent être disposés pour être essayés (par fermeture) alors que le groupe est en fonctionnement.

Les clapets de non-retour à clapet battant ou à fermeture assistée doivent être disposés pour qu'on puisse contrôler leur liberté de mouvement alors que le groupe est en fonctionnement.

d) Lorsque plus d'une file de réchauffeurs sont fournis à partir d'une seule ligne de soutirage alors, soit chaque réchauffeur doit avoir ses propres vannes, soit, si les vannes sont sur la tuyauterie commune, l'eau provenant d'un réchauffeur inondé doit se diriger vers le réchauffeur associé et l'inonder complètement avant qu'il soit possible que cette eau s'écoule, par la tuyauterie de soutirage commune, vers la turbine.

e) Chaque réchauffeur doit être équipé de contacteurs de détection de niveau haut de l'eau, en double et disposés, chacun, pour permettre des essais de bon fonctionnement alors que le groupe est en service. Le fonctionnement de tels contacteurs doit initier le fonctionnement des dispositifs de protection.

12.4.3 *Suppression des séparateurs d'humidité et des surchauffeurs*

L'enceinte contenant les séparateurs d'humidité et les surchauffeurs doit être protégée contre les surpressions par des soupapes de décharge, des membranes d'éclatement adéquates ou d'autres moyens agréés.

12.4.4 *Dispositif de réduction de charge pour basse pression de vapeur à l'admission (si demandé)*

Une réduction de pression de la vapeur à l'admission au-dessous d'une valeur de consigne doit être utilisée pour refermer les soupapes de réglage et, ainsi, réduire progressivement la charge de la turbine à une valeur basse convenue. Une restauration de la pression de vapeur à l'admission ne doit pas conduire à une réouverture automatique des soupapes de réglage sauf accord contraire.

Une réduction plus importante de la pression de vapeur à l'admission conduit à un déclenchement de la turbine (voir 12.2.4).

NOTE - Lorsqu'il est prévu que la turbine doive fonctionner à charge partielle, avec une pression de vapeur à l'admission réduite et réglée, le dispositif de protection en cas de réduction de pression de vapeur à l'admission et le déclenchement par basse pression de vapeur à l'admission (voir 12.2.4) seront disposés de telle façon qu'ils continuent à assurer la protection de la turbine contre une chute rapide de la pression de vapeur à l'admission, mais une réouverture automatique des soupapes de réglage pendant la marche normale est autorisée.

12.4.5 *Vapeur non souhaitée*

Une protection contre l'arrivée de vapeur non souhaitée par l'échappement de la turbine haute pression est nécessaire si on utilise un contournement de la turbine.

Cela est normalement réalisé en prévoyant au moins un clapet de non-retour.

c) Non-return (check) valves, normally provided in extraction lines to limit speed rise on loss of load (see 19.3), should be located as closely as practicable to the turbine extraction points.

Isolating valves and power-closed non-return valves, where provided, shall be arranged for testing (by closing) while the plant is in operation.

Power-assisted and free-swinging non-return valves shall be arranged for checking for freedom while the plant is in operation.

d) Where more than one bank of heaters is supplied from a single bled steam line, then either each heater shall have its own valves, or, if the valves are in the common line, water from a flooding heater shall flow into the associated heater and completely flood it before it is possible for water to flood the common bled steam pipe up to the turbine.

e) Each heater shall be provided with high water level detector switches, in duplicate and each arranged for testing for correct operation while the plant is in operation. Operation of such switches shall initiate operation of the protective devices.

12.4.3 *Moisture separator and reheater overpressure*

The vessels containing the moisture separators and reheaters shall be protected against over-pressurization by suitable relief valves, bursting diaphragms, or other agreed means.

12.4.4 *Low steam inlet pressure unloader (if required)*

Reduction in steam inlet pressure to the turbine below a set value shall be arranged to close the governing valves and so to reduce the turbine load progressively down to an agreed low value. Restoration of steam inlet pressure shall not result automatically in reopening of the governing valves, unless otherwise agreed.

Further reduction in steam inlet pressure shall result in a turbine trip (see 12.2.4).

NOTE - Where it is intended that the turbine should operate at partial load, at controlled, reduced, initial steam pressure, the protective devices of the low steam inlet pressure unloader and the low steam inlet pressure trip (see 12.2.4) should be so arranged as to continue to protect the turbine against a rapid decrease in inlet steam pressure, but automatic reopening of governing valves during normal operation is permitted.

12.4.5 *Unwanted steam*

Protection against unwanted steam admission to the exhaust of the high pressure turbine is necessary if a turbine by-pass is used.

This is normally achieved by the provision of at least one non-return (check) valve.

13 Vibrations

13.1 Généralités sur les vibrations d'éléments de turbine

La turbine doit être placée de telle sorte qu'elle permette la mesure de vibration en service à chaque palier principal, ou au voisinage de chacun d'eux (voir 11.3 d)); les vibrations peuvent être mesurées sur le palier, sur l'arbre, ou bien entre l'arbre et le palier. Cette partie ne spécifie pas les limites de vibration.

Le critère préféré pour la description des vibrations des paliers de la turbine est la vitesse de vibration; pour la vibration synchrone, celle-ci est liée au déplacement crête à crête par la formule:

$$2A = 450 V / f$$

où:

$2A$ est le déplacement crête à crête en μm , V est la racine quadratique moyenne de la vitesse de vibration en mm/s , f est la fréquence de rotation en Hz .

Le critère préféré pour la description des vibrations des arbres est le déplacement crête à crête des arbres.

13.2 Vibrations mesurées sur les paliers

Des valeurs de vitesse de vibration, mesurée dans la direction radiale sur les paliers, de 2,8 mm/s ou mieux, peuvent être habituellement obtenues, pour des turbines avec un bon équilibrage, tournant dans des conditions stables à la vitesse de fonctionnement spécifiée, mais il est possible que la turbine continue à fonctionner d'une façon satisfaisante à des valeurs plus élevées.

Les déplacements crête à crête correspondant à ces valeurs (qui sont en accord avec la bande de qualité A de la classe IV de l'ISO 2372) sont donnés au tableau 2.

Tableau 2

Vitesse spécifique de la turbine (Hz)	Déplacement crête à crête mesuré sur palier (μm)
16,67	75
25	50
30	42
50	25
60	21
100	12
200	6

NOTE - Les déplacements à d'autres vitesses peuvent être déduits de la relation:

$$\text{vitesse} \times \text{déplacement} = 1\,250 \text{ (dans les unités notées).}$$

13 Vibration

13.1 General vibration of parts of the turbine

The turbine shall be arranged to permit vibration measurements in service at or adjacent to each main bearing (see 11.3 d)); vibration may be measured on the bearing housing, on the shaft, or relatively between the shaft and bearing housing. This part does not specify limits for vibration.

The preferred criterion for the description of turbine bearing housing vibration is the vibration velocity; this is, for synchronous vibration, related to the peak-to-peak displacement by the formula:

$$2A = 450 V / f$$

where:

$2A$ is the peak-to-peak displacement in μm , V is the r.m.s. vibration velocity in mm/s and f is the rotational frequency in Hz.

The preferred criterion for the description of shaft vibration is the peak-to-peak shaft displacement.

13.2 Vibration measured at the bearing housing

Values of vibration velocity, measured in a radial direction at the bearing housing, of 2,8 mm/s or better, are usually obtainable for turbines in good balance, running under steady conditions at their specified operating speeds, but it may be possible for a turbine to continue in satisfactory operation at higher values.

Peak-to-peak displacements corresponding to this figure (which is in accord with Quality Band A of Class IV in ISO 2372) are given in table 2.

Table 2

Rated turbine speed (Hz)	Peak-to-peak displacement measured at the bearing housing (μm)
16,67	75
25	50
30	42
50	25
60	21
100	12
200	6

NOTE - The displacements at other speeds can be derived from the relationship:

$$\text{speed} \times \text{displacement} = 1\,250 \text{ (in the units quoted).}$$

13.3 Vibrations mesurées sur l'arbre

Les vibrations sur l'arbre sont habituellement mesurées en valeur relative par rapport au palier; dans tous les cas, les mesures de vibration doivent être réalisées en accord avec l'ISO 7919-1. Les vibrations mesurées sur l'arbre seront probablement considérablement plus grandes (d'un facteur de 2 ou plus) que celles mesurées sur le palier, selon le modèle nodal de l'arbre, de la position axiale du capteur, de la conception des coussinets et d'autres facteurs.

14 Bruit

14.1 Bruit émis par les composants individuels de la tranche

Le bruit d'une machine est mesuré sur une surface imaginaire autour de la machine, à 1 m de la surface et la machine et à une hauteur de 1,2 m au-dessus du sol, passerelles et autres emplacements prévus pour l'accès du personnel.

Le niveau de bruit sur cette surface est défini comme le niveau de pression acoustique maximal (racine quadratique moyenne «A») mesuré sur un sonomètre à réponse lente conforme à la CEI 651, type 1, dont le microphone est positionné comme décrit ci-dessus.

14.2 Niveau de bruit au voisinage du groupe turbine

Le niveau de bruit au voisinage du groupe de la turbine à vapeur dépend de plusieurs facteurs comme la puissance acoustique générée par les différents composants de la turbine, la puissance acoustique générée par les composants des autres tranches de la centrale, les emplacements relatifs de la turbine et des composants des autres tranches, et l'acoustique des surfaces avoisinantes et des bâtiments, y compris la quantité présente de matériaux absorbant le son.

Lorsque tous les facteurs ci-dessus sont contenus dans l'étendue de fourniture du fournisseur de la turbine, l'acheteur peut définir au fournisseur de la turbine ses exigences concernant le niveau de bruit admissible au voisinage de la turbine. Quand les facteurs ne sont pas contenus dans l'étendue de la fourniture du fournisseur de la turbine, il peut être nécessaire pour l'acheteur, le fournisseur de la turbine et ceux qui sont responsables des autres facteurs, de coopérer pour satisfaire aux exigences de l'acheteur. Les fournisseurs des autres composants ou de tranches au voisinage de la turbine doivent être eux-mêmes responsables des bruits qu'ils produisent.

Si ces exigences ne sont pas satisfaites par la conception de base de la tranche, elles peuvent être obtenues par la fourniture d'écrans ou de capotages acoustiques convenables.

15 Essais

15.1 Généralités

Tous les essais demandés par cette partie doivent être réalisés en accord avec les dispositions définies.

Tous les autres essais demandés par l'acheteur et l'étendue de la présence à ces essais de l'acheteur ou de son représentant doivent être définis dans la spécification de l'acheteur.

13.3 *Vibration measured at the shaft*

Shaft vibration is usually measured relative to the bearing housing; in any case, the vibration measurements shall be carried out in accordance with ISO 7919-1. Vibration measured on the shaft is likely to be considerably greater (by a factor of 2 or more) than that measured at the bearing housing, depending on the nodal pattern of the shaft, the axial position of the pick-up, the bearing design and other factors.

14 Noise

14.1 *Noise emitted by the individual plant components*

The noise of machinery is measured on an imaginary surface around the machine, at 1 m from the machine surface and at a height of 1,2 m above the level of the floor, walkway, or other position provided for personnel access.

The surface noise level is defined as the maximum 'A'-weighted r.m.s. sound pressure level, measured on the slow response of a sound level meter complying with IEC 651, type 1, with the microphone positioned as described above.

14.2 *Noise level in the vicinity of the turbine unit*

The noise level in the vicinity of the steam turbine unit depends upon many factors such as the noise power generated by the various turbine components, the noise power generated by components of other plant in the station, the relative location of the turbine and the other plant components, and the acoustics of the surrounding area and building, including the amount of sound-attenuating material present.

When all of the above factors are within the turbine supplier's scope, the purchaser may state to the turbine supplier his requirements regarding the permissible noise level in the vicinity of the turbine. When the factors are not all within the turbine supplier's scope, it may be necessary for the purchaser, the turbine supplier, and those responsible for the other factors, to cooperate to meet the purchaser's requirements. Suppliers of other components or plant in the vicinity of the turbine shall themselves be responsible for the noise it produces.

If these requirements are not met by the basic design of plant, they may be achieved by the supply of suitable acoustic screens or enclosures.

15 Tests

15.1 *General*

All the tests required by this part shall be carried out in accordance with the stated provisions.

Any further tests required by the purchaser, and the extent of any witnessing by the purchaser or his representative, shall be stated in the purchaser's specification.

15.2 *Essais hydrauliques*

Comme partie du Programme d'Assurance de la Qualité, les parties soumises en service normal à une pression supérieure à la pression atmosphérique doivent être soumises à des essais hydrauliques à une pression d'au moins 50 % au-dessus du maximum qui peut survenir à toutes les charges dans les conditions terminales spécifiées (comme définies en 3.3). Les essais hydrauliques peuvent, après accord, être omis quand, en service, les fuites ne s'échappent pas dans l'atmosphère. Les essais hydrauliques peuvent aussi être supprimés par accord, quand le constructeur peut, par d'autres moyens, satisfaire l'acheteur sur l'intégrité et la conformité du composant.

15.3 *Essais de performance*

L'étendue des essais de performance demandés doit être définie dans la spécification de l'acheteur en même temps que l'étendue de la participation éventuelle du fournisseur.

Les essais de performances thermiques doivent être réalisés conformément à la CEI 953-1 ou la CEI 953-2.

Les essais des régulateurs de vitesse et de charge doivent être réalisés conformément à la CEI 1064.

15.4 *Résultats d'essais et données*

Le fournisseur doit mettre à disposition de l'acheteur tous les certificats ou rapports qui peuvent être nécessaires pour confirmer que les objectifs de tous les essais spécifiés dans le contrat ont été atteints.

16 *Livraison et installation*

16.1 *Transport sur le site et protection temporaire*

Avant expédition de l'usine, tous les composants de la turbine doivent être convenablement protégés contre la corrosion, la corrosion sous tension et les dommages dus à la manipulation pendant le transport vers le site et le stockage avant installation. Les conditions et la durée de stockage doivent être spécifiées et convenues entre l'acheteur et le fournisseur.

16.2 *Montage et mise en service*

Les procédures de montage et de mise en service doivent être conformes aux recommandations et instructions émises par le fournisseur, soit écrites sur les plans, soit par tout autre moyen. Il est recommandé que, lorsque le montage et la mise en service ne font pas partie du contrat, l'acheteur doive, au minimum, utiliser les services d'un superviseur du fournisseur.

17 *Informations de conception à fournir par l'acheteur*

17.1 *Généralités*

L'acheteur doit normalement fournir une spécification détaillée de ses exigences au fournisseur. Il est recommandé que ces exigences ou les autres informations applicables comprennent au moins celles qui sont énumérées ci-dessous.

15.2 *Hydraulic tests*

As part of the Quality Assurance Program, all parts subjected in normal service to a pressure above atmospheric shall be tested hydraulically so that the pressure loads shall be at least 50 % in excess of the maximum that could occur at any load with rated terminal conditions (as defined in 3.3). The hydraulic test may, by agreement, be omitted where, in service, leakage would not be to atmosphere. The hydraulic test may also be omitted by agreement when the manufacturer can, by other means, satisfy the purchaser of the integrity and suitability of the component.

15.3 *Performance tests*

The extent of any performance tests required shall be stated in the purchaser's specification, together with the extent of the supplier's expected participation.

Thermal acceptance tests shall be carried out in accordance with IEC 953-1 or IEC 953-2.

Speed and load governing tests shall be carried out in accordance with IEC 1064.

15.4 *Test results and data*

The supplier shall make available to the purchaser such certificates or reports as may be necessary to confirm that the objectives of all tests specified in the contract have been achieved.

16 **Delivery and installation**

16.1 *Transport to site and temporary protection*

Before shipping from the works, all turbine components shall be suitably protected against corrosion, stress corrosion and handling damage during transport to site and any storage period before installation. Storage conditions and duration shall be specified and agreed between the purchaser and the supplier.

16.2 *Erection and commissioning*

The erection and commissioning procedures shall be in accordance with recommendations and instructions issued by the supplier either on drawings or by other means. It is recommended that where erection and commissioning do not form part of the contract, the purchaser should, as a minimum, use the services of the supplier's supervisor.

17 **Design information to be supplied by the purchaser**

17.1 *General*

The purchaser will normally provide a detailed specification of his requirements to the supplier. It is recommended that the requirements or other relevant information include at least those listed below.

17.2 *Caractéristiques de la turbine et de ses auxiliaires*

- a) Puissance nominale comme définie en 3.5 aux bornes de l'alternateur ou à l'accouplement de la turbine.
- b) Facteurs de pondération pour les garanties de performances thermiques quand ils sont nécessaires comme conséquence des exigences de 4.2.
- c) Vitesse de rotation, ou fréquence du réseau, et plage de vitesse de fonctionnement requise.
- d) Nombre total d'heures de fonctionnement requises.
- e) Détails sur l'emplacement de la turbine et toutes limitations physiques.
- f) Toutes conditions sismiques à prendre en compte.

17.3 *Conditions de vapeur et d'eau*

- a) Conditions de vapeur nominales à l'entrée de chaque ensemble d'organes d'admission de la turbine à la puissance nominale, et les conditions de vapeur maximales.
- b) Pression de vapeur à chaque bride d'échappement de la turbine à vapeur à la puissance nominale.

NOTE - Cela comprend la pression en limite de fourniture à l'échappement quand le fournisseur de la turbine ne fournit pas le condenseur. Quand le fournisseur de la turbine fournit aussi le condenseur, les informations demandées sont celles de 17.4.

- c) Pour une centrale à combustible fossile, si la turbine est prévue pour une resurchauffe entre corps, et si le resurchauffeur n'est pas fourni par le fournisseur de la turbine:

- la ou les pressions de vapeur à resurchauffer;
- les pertes de charge dans les resurchauffeurs, et
- les pressions de consigne pour les soupapes de sécurité sur les systèmes de resurchauffe.

- d) Si la turbine est munie d'un séparateur d'humidité externe non fourni par le fournisseur de la turbine:

- la perte de charge dans la vapeur;
- le rendement du séparateur d'humidité;
- la destination des purges du séparateur;
- la pression de consigne des soupapes de sécurité ou autres dispositifs (voir 12.4.3), si ils ne font pas partie du champ d'activité du fournisseur de la turbine.

Si un séparateur d'humidité est suivi par un surchauffeur vapeur/vapeur à un ou plusieurs étages, non fourni par le fournisseur de la turbine:

- la perte de charge dans la vapeur surchauffée;
- la perte de charge dans les tuyauteries de vapeur de chauffe;
- l'écart terminal de température de chaque étage de surchauffe;
- la destination des purges du surchauffeur.

Quand cela est approprié, ces paramètres doivent être définis comme une fonction du débit de vapeur.

- e) Si de l'eau est injectée pour le réglage de la température, soit de la vapeur d'admission, soit de resurchauffe:

- l'origine de ces fournitures, le débit et l'enthalpie de l'eau.

17.2 *Characteristics of the turbine and its accessories*

- a) Rated output as defined in 3.5 at generator terminals or at the turbine coupling.
- b) Weighting factors for thermal performance guarantee purposes, when required in pursuance of the requirements of 4.2.
- c) Speed of rotation, or system frequency, and operational speed range required.
- d) The total required running hours.
- e) Details of turbine location and any physical limitations.
- f) Any seismic conditions to be taken into account.

17.3 *Steam and water conditions*

- a) Rated steam conditions at the inlet to each set of turbine stop valves at the rated output and maximum steam conditions.
- b) Steam pressure at each exhaust flange of the steam turbine at the rated output.

NOTE - This includes the pressure at the turbine exhaust flange when the turbine supplier does not supply the condenser. When the turbine supplier also supplies the condenser, the information required is as in 17.4.

- c) For a fossil-fired plant, if the turbine is arranged for reheating between cylinders, and the reheater is not supplied by the turbine supplier:
 - the cold reheat pressure(s);
 - the pressure drop(s) in the reheater(s), and
 - the set pressure(s) for safety valves on reheat system(s).

- d) If the turbine is provided with an external water separator, not supplied by the turbine supplier:
 - the pressure drop in the steam;
 - the efficiency of water separation;
 - the destination of the separator drains;
 - the set pressure of the safety valves or other devices (see 12.4.3), if they are not within the turbine supplier's scope.

If a water separator is followed by either single-stage or multi-stage steam/steam reheaters, not supplied by the turbine supplier:

- the pressure drop in the reheated steam;
- the pressure drop in the reheating steam pipe(s);
- the terminal temperature difference of each reheater stage;
- the destination of the reheater drains.

Where appropriate, these parameters shall be defined as a function of steam flow rate.

- e) If water is injected for temperature control of either initial or reheat steam:
 - the source of supply, the rate of flow and the enthalpy of the water.

- f) Si de l'eau d'appoint doit être fournie au condenseur pour compenser les purges, ou les pertes de chaudière:
 - la quantité et la température de cet appoint.
- g) Si de la vapeur nécessite d'être extraite pour le chauffage ou des besoins auxiliaires:
 - le débit et la pression requis, la destination et l'enthalpie des purges, si la pression d'extraction doit être réglée et si l'on doit tenir compte de ces extractions dans les garanties.
- h) Pour la vapeur à basse pression fournie à une turbine à pressions multiples:
 - pression;
 - température moyenne (ou titre en vapeur) et plage;
 - débit de vapeur;
 - méthode de réglage de l'admission de vapeur;
 - puissance maximale demandée avec la vapeur haute pression seule.

NOTE - Le fournisseur peut demander que le débit de vapeur haute pression ne descende pas au-dessous d'une valeur qu'il doit spécifier.

i) La disponibilité et les conditions de vapeur provenant d'une source auxiliaire, par exemple pour les étanchéités au démarrage.

j) Les caractéristiques chimiques de la vapeur fournie.

k) Pour les pompes d'alimentation, il convient que l'acheteur fournisse les informations énumérées à l'article 9, en même temps que toutes les autres informations nécessaires pour l'intégration mécanique et thermodynamique dans la tranche. Si possible, les informations doivent fournir les détails des variations de ces paramètres avec le débit d'eau d'alimentation ou la puissance de la turbine.

NOTE - Aux points c), d), e) et g) ci-dessus, des échanges d'informations seront nécessaires entre l'acheteur et le fournisseur, puisque la répartition de la pression dans la conception finale de la turbine aura une influence sur la conception finale de l'équipement, qui sort du champ d'activité du fournisseur.

17.4 *Conditions pour les condenseurs et les réchauffeurs (si ces équipements tombent sous la responsabilité du fournisseur)*

- a) Origine et qualité du fluide de refroidissement, ou coefficient d'échange du matériau utilisé; et facteur de propreté à utiliser dans la conception.
- b) Températures maximales et minimales du fluide de refroidissement et température moyenne sur une période d'un an.
- c) Toute limitation sur la quantité disponible du fluide de refroidissement ou sur l'élévation de température permise.
- d) Pressions maximale et minimale aux points limites du système de refroidissement et perte de charge entre ces points.

17.5 *Applications: installation et mode de fonctionnement*

- a) Particularités de la machine entraînée (si non fournie par le fournisseur de la turbine):
 - nom du fabricant;
 - dimensions complètes de l'encombrement, des interfaces et des dispositions d'installation;
 - définition complète des caractéristiques applicables, comprenant tous les couples absorbés normaux et anormaux, les poussées axiales ou les charges sur coussinets à absorber par la turbine;

- f) If make-up water is to be supplied to the condenser for purging and boiler losses:
 - quantity and temperature of the water.
- g) If steam is required to be extracted for heating or other auxiliary purposes:
 - the flow rates and pressures required, the destination and enthalpies of the drains, whether the extraction pressure is to be controlled, and whether account is to be taken of such extractions in the guarantees.
- h) For low pressure steam supplied to a mixed-pressure steam turbine:
 - pressure;
 - mean temperature (or dryness fraction) and range;
 - steam flow rate;
 - method of control of steam input;
 - maximum power output required with high-pressure steam only.

NOTE - The supplier may require that the high-pressure steam flow does not fall below a value which he will specify.

- i) Availability and conditions of steam from auxiliary sources, for example for gland sealing at start-up.
- j) The chemical characteristics of the steam supply.
- k) For boiler feed pumps, the purchaser should provide the information listed in clause 9, together with all other information necessary for the thermodynamic and mechanical integration of the plant. Where possible, the information should provide details of the variation of these parameters with feed water rate or turbine output.

NOTE - In items c), d), e) and g) above, some exchange of informations will be required between the purchaser and the supplier, since the final design of equipment not in the supplier's scope will be affected by the pressure distribution in the final turbine design.

17.4 *Conditions for condensers and coolers (where this equipment is in the supplier's extent of supply)*

- a) Source of supply and quality of cooling medium, or heat exchange surface material to be used, and cleanliness factor to be used in the design.
- b) Maximum and minimum temperatures of the cooling medium, and the average temperature over the annual period.
- c) Any limitation on quantity of cooling medium available, or on permissible temperature rise.
- d) Maximum and minimum pressures at terminal points of cooling water system and pressure drop between them.

17.5 *Applications: installation and mode of operation*

- a) Particulars of the driven machine (if not supplied by the turbine supplier):
 - name of manufacturer;
 - complete dimensions of outline, interface, and holding-down arrangements;
 - full statement of relevant characteristics, including all normal or abnormal torques absorbed, and any axial thrust or journal bearing loads to be absorbed by the turbine;

- les besoins en services auxiliaires, comme l'huile de graissage et l'eau de refroidissement;
- si la machine est entraînée par un réducteur de vitesse, la vitesse de l'arbre de sortie;
- toutes exigences concernant l'équilibrage, l'alignement, les dispositions pour la dilatation ou tout autre sujet qui peut avoir une influence sur le fonctionnement satisfaisant du groupe assemblé.

NOTE - Le sens de rotation doit être convenu avec le fournisseur de la turbine.

b) La nature de la charge à fournir par la turbine, et le modèle et le mode de fonctionnement attendus.

c) Le nombre, la nature et l'intensité des perturbations du système électrique donnant naissance à des couples anormaux.

Le fabricant de l'alternateur, si ce n'est pas le même que le fournisseur de la turbine, doit livrer au fournisseur de la turbine les détails sur les couples anormaux imposés ainsi à la turbine; la détermination de ces couples anormaux peut demander la collaboration entre les fabricants de la turbine et de l'alternateur.

d) Les facteurs applicables affectant le fonctionnement de la turbine par exemple:

- 1) astreintes opérationnelles (voir 6.1.3);
- 2) adoption de la pression glissante (voir 3.10);
- 3) taux maximal de prise en charge requis (voir 6.1.3 c));
- 4) conditions de fonctionnement temporaires anormales (voir 6.3.1);
- 5) caractéristiques du générateur de vapeur (voir 6.1.4);
- 6) capacité du système de contournement, s'il y en a (voir 6.1.5).

e) Les facteurs applicables affectant l'optimisation économique de la tranche. Cela comprend les valeurs d'évaluation de l'acheteur pour permettre de mener à bien l'optimisation de la turbine elle-même et de son poste de condensation.

Pour des conditions fixées de vapeur à l'admission et de débit de vapeur, la puissance peut être augmentée et la consommation spécifique de chaleur diminuée par une sélection judicieuse des paramètres de la tranche y compris ceux concernant le condenseur et son système d'eau de refroidissement.

L'acheteur devra définir les valeurs qu'il veut utiliser dans son évaluation concernant:

- le bénéfice pour lui de l'amélioration d'une unité de la consommation spécifique de chaleur garantie;
- le coût pour lui d'un kilowatt additionnel de puissance électrique des auxiliaires non déjà comptabilisés dans la garantie de consommation spécifique de chaleur;
- le coût différentiel pour lui de l'unité de débit volumétrique d'eau de refroidissement et d'eau d'appoint;
- toutes les autres caractéristiques ou dimensions de la tranche qu'il veut prendre en compte.

f) Les systèmes de régulation proposés en définissant les fonctions (par exemple démarrage et synchronisation, prise de charge, arrêt, etc.) qui sont à effectuer manuellement, en local ou à distance et celles qui sont à effectuer automatiquement.

g) Les informations listées en A.6 (annexe A) si une régulation électronique est demandée.

h) Les conditions d'installation (voir 6.4).

- requirements for auxiliary services such as lubricating oil and cooling water;
- if the machine is driven through a gearbox, the speed of the output shaft;
- any requirements regarding balancing, alignment, provision for expansion, or other matters which can influence satisfactory operation of the assembled unit.

NOTE - The direction of rotation shall be agreed with the turbine supplier.

b) The nature of the load to be carried by the turbine, and the expected pattern and mode of operation.

c) The number, nature, and intensity of disturbances of the electrical system giving rise to abnormal torques.

The manufacturer of the generator, if not the same as the supplier of the turbine, shall provide to the turbine supplier details of the abnormal torques thereby imposed on the turbine; determination of these abnormal torques may require collaboration between the generator and turbine manufacturers.

d) The relevant factors affecting the operation of the turbine for example:

- 1) operational duty (see 6.1.3);
- 2) adoption of sliding pressure (see 3.10);
- 3) maximum required rate of load pick-up (see 6.1.3 c));
- 4) temporary abnormal operating conditions (see 6.3.1);
- 5) characteristics of the steam generator (see 6.1.4);
- 6) capacity of turbine by-pass system, if utilised (see 6.1.5).

e) The relevant factors affecting the economic optimization of the plant. These include the purchaser's evaluation figures to enable optimization of the turbine itself and of its condensing plant to be carried out.

For fixed initial steam conditions and steam flow rate, output can be increased and heat rate reduced, by judicious selection of various turbine plant parameters, including those relating to the condenser and its cooling water system.

The purchaser should state the figures he will use in his evaluation for:

- the benefit to him and one unit improvement in guaranteed heat rate;
- the cost to him of one additional kilowatt of auxiliary electrical power not already allowed for in the heat rate guarantee;
- the incremental cost to him of one unit of volumetric flow of cooling water and of make-up water;
- any other plant characteristics or dimensions which he will take into account.

f) Proposed control system defining those functions (e.g. starting and synchronizing, loading, shutting down, etc.) which are to be carried out manually from local or remote control positions and those to be carried out automatically).

g) The information listed in A.6 (annex A) if an electronic governor is required.

h) Installation conditions (see 6.4).

- j) Les exigences d'isolation thermique (voir 7.8).
- k) Le niveau de bruit admissible (voir article 14).
- l) L'instrumentation additionnelle demandée (voir 11.4).
- m) Si un dispositif de baisse de charge pour pression basse à l'admission (voir 12.4.4) est demandé.

17.6 *Massif*

Si l'acheteur est responsable de la conception du massif, il doit fournir au fournisseur de la turbine, très tôt, un plan d'encombrement du massif basé sur les informations données par le fournisseur à l'article 8.

17.7 *Limite de fourniture*

Les points en limite de fourniture de la tranche à fournir.

17.8 *Conditions de livraison sur le site*

- a) Lieu de livraison.
- b) Conditions concernant le transport et l'accès au site, les possibilités offertes sur le site et toutes les exigences concernant les périodes prolongées de stockage.

17.9 *Essais*

Etendue des essais de performances (voir 15.3).

18 **Informations de conception à prévoir par le fournisseur**

Le fournisseur doit apporter à l'acheteur des informations détaillées sur la tranche. Il est recommandé d'y inclure au moins les articles suivants.

18.1 Pour la stabilité de la turbine et pour la conception mécanique des points en limite de fourniture et du système de tuyauteries, les forces et moments provenant des tuyauteries principales doivent être limités. Le fournisseur doit donner les indications adéquates permettant à l'acheteur de concevoir le système de tuyauterie en accord avec ces exigences.

Des informations similaires peuvent être demandées concernant les tuyauteries d'eau alimentaire quand le poste de réchauffe d'eau alimentaire ou une installation similaire se trouve dans le champ d'activité.

18.2 Pour les conditions de fonctionnement applicables, les dilatations thermiques des points en limite de fourniture.

18.3 Pour tous les raccordements de tuyauteries au système de tuyauteries de l'acheteur, les dimensions en limite de fourniture avec les préparations de soudure et les recommandations de soudage.

18.4 Un calendrier recommandé pour les échanges nécessaires d'informations techniques et de dessins, afin d'intégrer le groupe turbo-alternateur et ses auxiliaires dans la conception générale de la tranche.

- i) Thermal insulation requirements (see 7.8).
- k) Permissible noise level (see clause 14).
- l) Additional instrumentation required (see 1.4).
- m) Whether low steam inlet pressure unloader (see 12.4.4) is required.

17.6 Foundations

If the purchaser is responsible for design of the foundation, he shall supply the turbine supplier at an early date with an outline drawing of the foundation based on information provided by the supplier in clause 8.

17.7 Terminal points

Terminal points of the plant to be supplied.

17.8 Delivery site conditions

- a) Point of delivery.
- b) Conditions affecting transport and access to site, facilities available on site, and any requirements for extended periods of storage.

17.9 Tests

Extent of performance testing (see 15.3).

18 Design information to be provided by the supplier

The supplier shall provide detailed information of his plant to the purchaser. It is recommended that at least the following items are included.

18.1 For stability of the turbine and for the mechanical design of the terminal points and pipework systems, the forces and moments from the principal steam pipes have to be limited. The supplier shall furnish adequate information to allow the purchaser to design the pipework systems in accordance with these requirements.

Similar information may be required in respect of the feed water piping where the feed water heaters or similar plant are within the supplier's scope.

18.2 For the relevant operating conditions, the thermal expansion of the terminal points.

18.3 For all pipe connections to the purchaser's pipework systems, dimensions of the terminal points, together with weld preparations and welding recommendations.

18.4 A recommended time schedule for the necessary interchange of technical information and drawings, to integrate the turbine-generator and its association equipment into the overall plant design.

18.5 Les exigences concernant les conditions et les débits de vapeur pour la vapeur auxiliaire d'alimentation des étanchéités pendant le démarrage.

18.6 Les informations sur le massif de la turbine comme détaillées à l'article 8.

19 Turbine avec poste de réchauffage de l'eau alimentaire

19.1 *Echange d'informations*

Les turbines pour la génération d'énergie électrique sont habituellement prévues avec un poste de réchauffage de l'eau alimentaire. Les bases de cette disposition (voir article 4) et les détails appropriés, indiqués ci-après, doivent être convenus entre l'acheteur et le fournisseur pour une charge spécifique ou plus.

a) Le nombre d'étages de soutirages pour alimenter le poste de réchauffage et qui doivent être prévus:

1) sur la turbine principale; et

2) sur toute turbine auxiliaire qui peut être fournie pour entraîner d'autres équipements comme la pompe alimentaire ou un alternateur auxiliaire ou un ensemble similaire.

b) Le nombre et la disposition des réchauffeurs individuels pour chaque soutirage pour réchauffage, et si chaque réchauffeur est alimenté indépendamment à partir d'un point de soutirage sur la turbine ou à partir d'un barillet alimentant tous les réchauffeurs du même étage de réchauffage de l'eau.

c) La position de la pompe alimentaire dans le cycle de réchauffage de l'eau d'alimentation, la pression de l'eau d'alimentation à la sortie de chaque pompe et l'élévation d'enthalpie de l'eau d'alimentation dans chaque pompe.

d) La température désirée pour l'eau d'alimentation au point terminal approprié et la déviation permise autour de cette valeur.

Egalement, si la température finale de réchauffage peut varier naturellement avec la charge de la turbine et si non, les exigences de l'acheteur à ce sujet.

e) La méthode de renvoi en cascade des purges des réchauffeurs et à quel(s) endroit(s) (éventuellement) les purges sont réinjectées par pompage dans le circuit d'eau d'alimentation.

f) L'écart terminal pour chaque réchauffeur, c'est-à-dire la différence entre la température de saturation de la vapeur dans le réchauffeur et la température de l'eau d'alimentation quittant le réchauffeur.

NOTE - S'il y a une désurchauffe de la vapeur soutirée avant son admission dans la zone de condensation du réchauffeur d'eau d'alimentation, le réchauffage de l'eau dans le désurchauffeur doit être pris en compte.

g) L'écart de température terminal pour chaque refroidisseur de purge (autre que du type à mélange) qu'il soit indépendant ou intégré au réchauffeur, c'est-à-dire la différence entre la température des condensats quittant le réchauffeur et la température de l'eau d'alimentation entrant dans le refroidisseur de purge.

h) L'élévation d'enthalpie des condensats dans tous les échangeurs de chaleur sur le circuit d'eau d'alimentation non fournis par le fournisseur de la turbine.

j) La perte de charge entre les manchettes du soutirage sur la turbine et le réchauffeur ou la perte de température de saturation entre la manchette du soutirage sur la turbine et le réchauffeur.

18.5 Requirements for the steam conditions and quantity, for auxiliary steam for gland sealing during start-up.

18.6 Information on turbine foundations as detailed in clause 8.

19 Turbine plant with regenerative feed water heating

19.1 *Exchange of information*

Turbines for electrical power generation are usually arranged for regenerative feed water heating. The basis of the arrangement (see clause 4) and the relevant details, indicated below, shall be agreed between the purchaser and the supplier for one or more specific loads.

a) The number of bled-steam feed water heating stages, and which of them are to be provided:

- 1) from the main turbine; and
- 2) from any auxiliary turbine which may be supplied for driving other equipment, such as a boiler feed pump or auxiliary generator or similar plant.

b) The number and arrangement of individual heat exchanger vessels for each stage of feed water heating; and whether each vessel is supplied independently from a turbine tapping point, or from a header which supplies steam to all vessels of the same feed water heating stage.

c) The position of feed pumps in the feed water heating cycle, the pressure of the feed water at the discharge of each pump, and the rise in enthalpy of the feed water across each pump.

d) The desired feed water temperature at the appropriate terminal point, and the permissible deviation from the desired value.

Also, whether the final feed water temperature can be allowed to vary naturally with turbine load and, if not, the purchaser's requirements in this respect.

e) The method of cascading heater drains, and at which point or points (if any) the drains are pumped forward into the feed water system.

f) The terminal temperature difference for each heater, i.e. the difference between the saturation temperature of the steam in the heater and the temperature of the feed water leaving the heater.

NOTE - If there is de-superheating of the bled steam before it is admitted to the saturation zone of the feed water heater, the complementary feed water heating in the de-superheater must be taken into account.

g) The terminal temperature difference for each drain cooler (other than flash type), whether independent or integral with a bled steam heater, i.e. the difference between the temperature of the heater condensate leaving the drain cooler and the temperature of the feed water entering the drain cooler.

h) The rise in enthalpy of the condensate over any heat exchanger(s) in the feed water system not provided by the supplier.

j) The pressure drop from each extraction outlet on the turbine to the heater, or the drop in saturation temperature from extraction outlet to heater.

k) Le type et l'emplacement dans le poste de l'évaporateur alimenté en vapeur soustrée (s'il est prévu), la quantité d'eau d'appoint demandée, le taux de purges continues admissibles pour l'évaporateur et l'enthalpie de l'eau brute entrant dans l'évaporateur.

l) Si les condensats des systèmes auxiliaires sont à traiter dans le poste de réchauffage de l'eau alimentaire: la quantité et l'enthalpie de ces condensats et les points de leur introduction dans le circuit d'eau d'alimentation.

m) Les cas particuliers de conditions de fonctionnement régis par autre chose que la charge de la turbine par exemple: pression du dégazeur quand une vapeur minimale est spécifiée et, dans ce cas, l'origine et les conditions de la vapeur en alternative disponible pour satisfaire ces exigences.

n) Quand de la vapeur est fournie pour le poste de réchauffage à partir de sources autres que la turbine principale: la pression, l'enthalpie et le débit de chaque source et la destination des condensats. De la même façon, quand la chaleur est fournie par un moyen autre que la vapeur, les détails nécessaires.

19.2 *Incorporation des performances du poste de réchauffage de l'eau alimentaire dans les performances de la turbine*

Quand le fournisseur de la turbine est également celui du poste de réchauffage de l'eau alimentaire, les performances de ce dernier doivent être incluses dans les garanties de performance sauf accord contraire.

Quand le fournisseur de la turbine ne fournit pas le poste de réchauffage de l'eau alimentaire, les informations énumérées en 19.1 doivent être précisées dans la garantie de performance.

On doit donner au fournisseur de la turbine la possibilité d'ajuster sa garantie si le système de réchauffage de l'eau d'alimentation retenu finalement diffère de celui sur lequel la garantie de performance est basée.

19.3 *Disposition des clapets de non-retour sur les tuyauteries de soutirage de la turbine*

Le fournisseur doit déterminer la survitesse subie par la turbine, due à la vapeur entraînée et résultant d'un incident de rejet de charge ou de déclenchement de la turbine.

Le nombre et le type de clapets de non-retour à placer sur les tuyauteries de soutirage de la turbine doivent être, quand le poste de réchauffage n'est pas fourni par le fournisseur de la turbine, convenus entre l'acheteur et le fournisseur de la turbine et seront basés sur les calculs de survitesse.

Il peut être possible d'éliminer les clapets de non-retour sur certaines lignes de soutirage pourvu que la quantité de vapeur qui pourrait revenir vers la turbine ait été évaluée et que l'effet résultant sur la survitesse soit acceptable.

- k) The type and the location in the system of the bled steam evaporator (if provided), the quantity of make-up water required, the blow-down allowances for the evaporator, and the enthalpy of the raw water entering the evaporator.
- l) If the condensate from auxiliary plant is to be dealt with by the feed water heating system: the quantity and the enthalpy of such condensate, and its point of introduction into the feed water heating system.
- m) Particulars of any operating condition governed otherwise than by the output of the turbine, for example, deaerator pressure when a minimum value is specified, together with the source and conditions of any alternative steam supply available to satisfy such requirements.
- n) Where steam is supplied for feed water heating purposes from sources other than the main turbine: the pressure, enthalpy, and flow rate from each source, and the destination of the condensed steam. Similarly, where heat is supplied by media other than steam, the relevant details.

19.2 *Inclusion of the feed water heating system performance into the turbine guarantee*

When the turbine supplier supplies the feed water heating system, its performance shall be included in the guarantee of performance, unless otherwise agreed.

When the turbine supplier does not supply the feed water heating system, the information listed in 19.1 shall be stated in the guarantee of performance.

The turbine supplier shall be given the opportunity of adjusting his guarantees should the feed water heating system finally agreed upon differ from the system on which the guarantee was based.

19.3 *Provision of non-return valves in bled steam pipes from the turbine*

The supplier shall determine the amount of overspeed which the turbine will experience due to entrained steam, resulting from a loss-of-load incident or a turbine trip.

The number and type of non-return (check) valves to be placed in the bled steam extraction pipes from the turbine shall, when the feed-heating plant is not supplied by the turbine supplier, be agreed between the purchaser and the turbine supplier, and will be based upon the overspeed calculations.

It may be possible to eliminate non-return (check) valves from some extraction lines, provided that the quantity of steam which could return to the turbine has been evaluated and that the resulting effect on overspeed is acceptable.

Annexe (normative)

Régulateurs électroniques

A.1 Généralités

A.1.1 *Domaine d'application*

Cette annexe couvre la partie électronique des systèmes électrohydrauliques de régulation de vitesse et de protection contre la survitesse utilisés dans les turbines à vapeur. Les exigences de l'article 5 doivent aussi être observées quand elles sont applicables.

A.1.2 *Classification des systèmes de régulation*

A.1.2.1 Les régulateurs électroniques sont classés comme ci-après pour distinguer les différents types de performances, notamment la fiabilité, demandés pour des applications variées.

Type A: Systèmes autorisant des défauts, dans lesquels au moins un défaut peut être détecté et réparé sans perte ou avec une perte limitée de disponibilité du système et sans perte de la capacité de limiter la survitesse. De tels systèmes de régulation peuvent avoir, par exemple, trois chaînes de traitement redondantes en parallèle, dans lesquelles la détection par comparaison d'un défaut d'une chaîne donnera une alarme et où la régulation sera maintenue par une procédure de choix entre chaîne.

Type B: Systèmes dans lesquels les défauts sont détectés et conduisent à une baisse de charge ou un déclenchement du groupe pour une série de défauts isolés comprenant tous ceux qui conduiraient à une perte de capacité de protection contre la survitesse. De tels régulateurs peuvent, par exemple, avoir deux chaînes de traitement ou une chaîne avec une surveillance de performance.

Type C: Systèmes ayant les mêmes caractéristiques que le type B, si ce n'est que pour certaines conditions de défauts, la sortie du système de régulation peut être placée en un état «maintien» de préférence à la baisse ou au déclenchement de la turbine. Dans cet état, le système de régulation ne prend plus part à la protection contre la survitesse bien que le signal de sortie du système puisse être commandé manuellement.

Type D: Système de régulation simple dans lequel les défauts peuvent causer probablement une perte complète de disponibilité.

A.1.2.2 Les régulateurs peuvent également être classés selon leurs interfaces avec les commandes hydrauliques des soupapes d'admission de la vapeur.

Type a): Systèmes avec un régulateur électrohydraulique séparé pour chaque soupape de vapeur, chacun ayant un dispositif de surveillance de défaut et une redondance interne possible. Cette configuration sera normalement utilisée avec des régulateurs du type A ou du type B.

Annex A **(normative)**

Electronic governors

A.1 General

A.1.1 Scope

This annex covers the electronic section of electro-hydraulic governing (control) systems and overspeed protection equipment used on steam turbines. The requirements of clause 5 shall also be observed where applicable.

A.1.2 Classification of governing (control) systems

A.1.2.1 Electronic governors are classified as follows to distinguish between the differing standards of performance, particularly reliability, required for various applications.

Type A: Fault-tolerant systems, in which at least one fault can be detected and repaired with no loss or only limited loss of system availability, and no loss of overspeed limiting capability. Such governing (control) systems may, for example, have three parallel redundant principal processing paths in which a failure in one path, detected by comparison, will give an alarm, and in which control will be maintained by voting arrangements between the paths.

Type B: Systems in which faults will be detected and will result in unloading or tripping of the unit for a proportion of single faults including all those resulting in a loss of overspeed limiting capability. Such governors may, for example, have two processing paths or one path with performance monitoring.

Type C: Systems with the same characteristics as type B, except that the governing (control) system output may be placed in a "hold" state for certain fault conditions in preference to unloading or tripping the turbine. In this state, the governing (control) system will make no contribution to limiting overspeed, although the system output may be manually controlled.

Type D: Simple governing (control) systems, in which failures will probably cause a complete loss of availability.

A.1.2.2 Governors may also be classified according to their interface with the steam admission valve hydraulic relays.

Type a): Systems with a separate electro-hydraulic controller for each steam valve, each having fault monitoring provision and possibly internal redundancy. This arrangement will normally be used with governors of type A or type B.

Type b): Systèmes avec une interface commune pour toutes les soupapes de la turbine ou du groupe de réglage. Cette configuration sera normalement utilisée avec des régulateurs du type B, C ou D.

A.1.3 *Protection contre les survitesses*

Les exigences de 5.3 s'appliquent aux équipements mécaniques ou électriques de protection contre les survitesses, chacun des deux pouvant être utilisé avec des régulateurs électroniques. Une protection électronique contre la survitesse peut être aussi utilisée avec des régulateurs mécaniques ou en association avec un équipement mécanique de protection contre les survitesses.

Pour les turbines de centrales électriques, l'équipement électronique doit être conçu de manière qu'aucun défaut simple ne puisse soit causer, soit empêcher un déclenchement. Toute forme adéquate de redondance peut être utilisée.

Pour les turbines de type industriel, il peut être acceptable de combiner les équipements électroniques de protection contre la survitesse avec le système de régulation.

A.1.4 *Méthode de régulation*

Les régulateurs électroniques peuvent utiliser un dispositif analogique ou digital ou une combinaison des deux. L'utilisation d'un équipement multitâche (c'est-à-dire un équipement qui est partiellement en dehors de ce qui est fourni par le turbinier) n'est généralement pas admise.

A.1.5 *Alimentation en puissance*

Pour les régulateurs du type A l'acheteur doit prévoir au moins deux alimentations électriques indépendantes de manière à maintenir des performances inchangées du régulateur lors de la perte d'une seule alimentation de quelque durée que ce soit.

A.2 **Facilités à prévoir**

Le régulateur doit comporter les dispositions suivantes:

- a) Points tests pour essais et vérifications en fonctionnement.
- b) Alarmes indiquant le type de défaut de l'équipement.
- c) Remplacement simple des modules (en fonctionnement pour le type A).
- d) Quand on utilise le réglage par injection partielle, les dispositifs pour passer en réglage par injection totale, si nécessaire pour des raisons particulières.
- e) Tout autre dispositif que l'acheteur peut spécifier, par exemple:
 - commande à distance et/ou en local;
 - interfaces avec d'autres systèmes de régulation;
 - dispositif de baisse de charge ou de déclenchement;
 - statisme variable;
 - régulation à bande large et/ou étroite;

Type b): Systems with a common interface for all valves of the turbine or control group. This arrangement will normally be used with governors of types B, C, or D.

A.1.3 *Overspeed protection*

The requirements of 5.3 apply to mechanical and electrical overspeed protection equipment, either of which may be used with electronic governors. Electronic overspeed protection may also be used with mechanical governors or in combination with mechanical overspeed equipment.

For central power station type turbines, the electronic equipment shall be designed so that no single fault shall either cause a trip or prevent a trip. Any suitable form of redundancy may be used.

For industrial type turbines, it may be acceptable to combine the overspeed electronic equipment with the governing (control) system.

A.1.4 *Control method*

Electronic governors may use analogue or digital control, or a combination of the two. The use of shared-purpose equipment (i.e. equipment which is partly outside that provided by the turbine supplier) is not generally permitted.

A.1.5 *Power supplies*

For governors of type A, at least two independent electric power supplies shall be provided by the purchaser, so as to maintain unimpaired performance of the governor during loss of a single supply for any period.

A.2 **Facilities to be provided**

The governor shall include the following features:

- a) Test points for on-line checks and tests.
- b) Alarms to indicate mode of equipment failure.
- c) Simple replacement of modules (on-line for type A).
- d) Where partial-arc control is used, the facilities to change to full-arc operation, if this is necessary for any particular purpose.
- e) Such other facilities as the purchaser may specify, for example:
 - remote and/or local control;
 - interfaces with other control systems;
 - unloading and trip provision;
 - variable droop;
 - wide-range and/or narrow range control;

- différents ensembles de vannes à régler (admission, resurchauffe, extraction, etc.);
- limitation de vitesse et/ou de charge;
- asservissement de charge et/ou régulation de pression;
- commande directe de la position de la vanne de réglage.

A.3 Caractéristiques de performance

Les performances d'un système électrohydraulique de régulation sont principalement déterminées par les composants mécaniques et hydrauliques de commande des positions des soupapes et par les caractéristiques des soupapes elles-mêmes. Sauf accord contraire on devra considérer les caractéristiques globales données en 5.2.2 comme valeurs spécifiées pour les systèmes comportant des régulations électroniques.

L'émetteur de consigne (référence de charge) doit être capable d'ajuster la sortie par paliers en n'excédant pas 0,5 % du signal nominal.

Des valeurs à titre indicatif de non-linéarité et de stabilité sont données dans le tableau A.1.

Tableau A.1 - Non-linéarité et stabilité

PMC de la turbine	MW	Inférieur à 20	20 à 150	Supérieur à 150
Non-linéarité	% de PMC	-	-	Pas supérieure à ± 3 dans la plage 0-100 % PMC
Stabilité	% de PMC			
Court terme		2,5	1,5	1
Long terme		10	10	10

A.4 Environnement

L'équipement doit être capable d'un fonctionnement satisfaisant et continu dans la classe de conditions d'environnement spécifiée dans celles du tableau A.2.

Pour toutes les trois classes, les conditions d'environnement normales suivantes doivent aussi s'appliquer:

- vibration: 10 Hz - 65 Hz, 0,15 mm d'amplitude
- pression atmosphérique: 86 kPa - 106 kPa

L'équipement doit fonctionner correctement en présence d'interférences radio dont la nature et le niveau doivent être spécifiés.

L'équipement ne doit pas générer d'interférence radio dépassant un niveau à spécifier.

- different sets of valves to be controlled (initial, reheat, extraction, etc.);
- speed and/or load limiting;
- load and/or pressure control;
- direct control of valve position.

A.3 Performance characteristics

The performance characteristics of an electro-hydraulic governing system are largely determined by the mechanical and hydraulic components controlling the valve positions and by the characteristics of the valves themselves. Unless otherwise agreed, the overall characteristics given in 5.2.2 shall be taken as the specified values for systems incorporating electronic governors.

The speeder device (load reference) shall be capable of adjusting the output in steps not exceeding 0,5 % of rated output.

Values given for guidance of non-linearity and stability are given in table A.1.

Table A.1 - Non-linearity and stability

Turbine MCR	MW	Up to 20	20 to 150	Over 150
Non-linearity	% of MCR	-	-	Not greater than ± 3 over range 0-100 % MCR
Stability	% of MCR			
Short-term		2,5	1,5	1
Long-term		10	10	10

A.4 Environment

The equipment shall be capable of satisfactory and continuous operation within whichever of the classes of environmental conditions in table A.2 is specified.

For all three classes, the following standard environmental conditions shall also apply:

- vibration: 10 Hz - 65 Hz, 0,15 mm amplitude
- air pressure: 68 kPa - 106 kPa

The equipment shall function correctly in the presence of radio interference of a nature and level to be specified.

The equipment shall not generate radio interference exceeding a level to be specified.

Tableau A.2 - Classes d'environnement

Classe	Plage de température ambiante	Humidité relative ambiante	Conditions d'installation typiques
1	0 °C à +40 °C	45 % à 75 %	Salle de contrôle et salle des équipements
2	-25 °C à +55 °C	45 % à 100 %	Extérieur ou en centrale
3	-10 °C à +70 °C	45 % à 100 %	Conditions spéciales

A.5 Essais

A.5.1 Essais en usine

Les essais avec présence de l'acheteur doivent faire l'objet d'un accord préalable.

A.5.2 Essais sur le site

On réalisera les essais nécessaires à la mise en service de l'équipement dans tous les modes spécifiés.

A.6 Documentation

L'acheteur doit fournir les informations suivantes dans sa spécification:

- a) détails sur l'environnement de fonctionnement (voir A.4);
- b) détails sur les sources d'alimentation électrique disponibles;
- c) plan du schéma de régulation du groupe ou du procédé;
- d) liste des fonctions de régulation demandées y compris les possibilités offertes, décrites en A.2, comme étant facultatives;
- e) les types de régulateur (A, B, C ou D) et d'interfaces (a ou b) qui sont acceptables (voir A.1.2);
- f) les exigences spéciales pour les essais.

Table A.2 - Environment classes

Class	Ambient temperature range	Ambient relative humidity	Typical conditions
1	0 °C to +40 °C	45 % to 75 %	Control rooms and equipment rooms
2	-25 °C to +55 °C	45 % to 100 %	Outdoors or plant-sited
3	-10 °C to +70 °C	45 % to 100 %	Special conditions

A.5 Tests

A.5.1 Works tests

The tests to be witnessed by the purchaser shall be subject to prior agreement.

A.5.2 Site tests

Such tests shall be carried out as are necessary to set the equipment to work in all specified modes.

A.6 Documentation

The purchaser shall provide the following information in his specification:

- a) details of operating environment (see A.4);
- b) details of electrical power supplies available;
- c) outline of control scheme of generating unit or process;
- d) list of control functions required, including facilities described in A.2 as optional;
- e) categories of governor (A, B, C or D) and interface a) or b) which are acceptable (see A.1.2);
- f) special requirements for tests.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 27.040
